

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ENVASE
PET, PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN EL
EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO
CARBONATADAS

ADRIANA MARÍA PÉREZ SALGUERO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ENVASE
PET, PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN EL
EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO
CARBONATADAS.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

ADRIANA MARÍA PÉREZ SALGUERO

Al conferírsele el título de

INGENIERA INDUSTRIAL

En el grado académico de

LICENCIADA

CHIQUMULA, GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**



RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	P.C. Diana Laura Guzmán Moscoso
Representante de Estudiantes:	M.E.P. José Roberto Martínez Lemus
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza
Secretario:	M.Sc. René Estuardo Alvarado Gonzáles
Vocal:	Ing. Elder Avildo Rivera López

TERNA EVALUADORA

Ing. Milton Adalberto Alas Loaiza
Ing. Luis Alberto Saavedra Vargas
M.Sc. Manuel Eduardo Álvarez Ruiz



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



Chiquimula, 20 de noviembre de 2017.
Ref. Oficio-0020-2017-ING.IND.JGVM

Ingeniero Industrial
Milton Alas Loaiza
Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)
Carrera de Ingeniería Industrial

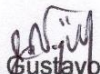
Ingeniero Alas:

En atención al nombramiento ING-ARI/No.001-2017 de fecha 16 de enero del año en curso, para asesorar el trabajo de graduación titulado: **"ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ENVASE PET, PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN EL EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS"** de la estudiante Adriana María Pérez Salguero; informo que he procedido a asesorar y revisar el contenido de dicho trabajo.

Por tanto emito opinión, que el trabajo cumple con los objetivos y alcances definidos en el mismo y si posee la información suficiente solicitada por la empresa o contraparte. Por tanto recomiendo la aprobación del informe final para la evaluación final en el examen privado.

Atentamente;

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Ind. Jorge Gustavo Velásquez Martínez
Profesor Titular VI
Carreras de Ingeniería

Nota: Únicamente la autora del trabajo de graduación es responsable de la originalidad, autenticidad de los datos aportados, opiniones sustentadas, redacción, ortografía y citas bibliográficas; incluyendo, la apropiación indebida de créditos que no le corresponden por no ser de su autoría, que pudieran ser violatorias de los derechos de autor o de las normas de ética.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



CEPSII.01.2017

Chiquimula, 20 de noviembre de 2017.

M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC

Respetable M.Sc. Luis Quijada:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado: **"ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ENVASE PET, PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN EL EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS"**, elaborado por la estudiante Adriana María Pérez Salguero, quien contó con la asesoría del Ingeniero Jorge Gustavo Velásquez Martínez.

Considero que el trabajo desarrollado por la estudiante Adriana María Pérez Salguero, satisface los requisitos exigidos, por lo cual recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención a la presente, atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Milton Alas Loaiza.

Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)
Carrera de Ingeniería Industrial

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



ALTG.11.17

Chiquimula, 21 de noviembre de 2017.

M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza
Coordinador Carreras de Ingenierías
CUNORI-USAC

Estimado M.Sc. Quijada:

El propósito de la presente, es para informarle que he procedido a revisar la parte lingüística, del trabajo de investigación titulado **"ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ENVASE PET, PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN EL EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS"**; elaborado por la estudiante Adriana María Pérez Salguero.

El informe cumple con los requisitos exigidos, por la carrera de Ingeniería Industrial, por lo tanto, recomiendo su aprobación para seguir con los trámites correspondientes.

Agradeciendo su atención a la presente,

Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Lic. Julio César Hernández Ortiz
Revisor Área Lingüística

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



ACCII.02-2017

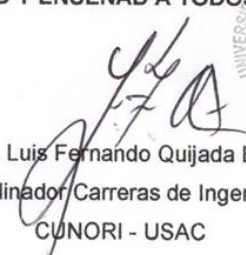
Chiquimula, 21 de noviembre de 2017.

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Director
Centro Universitario de Oriente
CUNORI - USAC

Respetable MSc. Galdámez Cabrera:

El coordinador de las Carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Oriente CUNORI, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor-revisor Ing. Jorge Gustavo Velásquez Martínez y del Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniería Industrial, el Ing. Milton Adalberto Alas Loaiza, y luego de la revisión y aprobación del Lic. Julio César Hernández Ortiz, revisor del área de Lingüística, al trabajo de graduación de la estudiante Adriana María Pérez Salguero, titulado: **"ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ENVASE PET, PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN EL EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS"**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo de graduación y recomendando la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


MSc. Luis Fernando Quijada Beza
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC



C.c. archivo

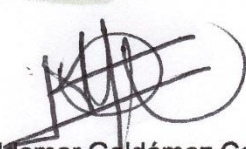
FINCA EL ZAPOTILLO ZONA 5, CHIQUIMULA
TEL. 79438442

D-TG-II-163/2017

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó la estudiante **ADRIANA MARÍA PÉREZ SALGUERO** titulado **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ENVASE PET, PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN EL EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS”**, trabajo que cuenta con el aval del Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniería Industrial. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el veintiuno de noviembre de dos mil diecisiete.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI – USAC



AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Por todo su esfuerzo realizado para lograr esta meta, por su lucha, su amor y apoyo incondicional.
Mi familia	Por estar presente en estos momentos tan importantes en mi vida profesional.
Familia García Batres	Por estar pendientes de mí y por sus constantes muestras de aprecio.
Mis amigas	Verenice Guerra, Jennifer King, Noelia Monroy, Sindy Flores, por apoyarme y animarme siempre en esta etapa de mi vida.
Mis amigos	Jasson Chigua, Hugo Díaz, Alexis Cordero, Geovanni Chacón, Keneth Rodas, René Contreras, por su ayuda en mi proceso de formación de la carrera de ingeniería Industrial.
Centro Universitario de Oriente Chiquimula	Por haberme otorgado la dicha de ser un profesional al servicio de Guatemala.
Facultad de Ingeniería	Por las enseñanzas a lo largo de la culminación de mi carrera.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por estar siempre conmigo, por darme fortaleza, salud, paciencia y principalmente sabiduría para culminar la primera de muchas metas que vendrán.
Mis padres	Hugo Leonel Pérez Nonés y María Magdalena Salguero García por apoyarme, animarme, por sus esfuerzos constantes hacia mí y a mis hermanas, porque simplemente se merecen esto y mucho más.
Mis hermanas	Zeidy Gricel, Julia Angélica y Doriss Alejandra por ser parte importante de mi vida, por sus consejos y lecciones de vida y para que esta meta que hoy termino sea para ellas un ejemplo de dedicación y perseverancia.
Mi novio	Wilson Estuardo García Batres, por estar presente en los momento más difíciles de mi carrera, por ser mi soporte, tranquilidad, por darme la motivación y el apoyo que siempre necesito.
Mi abuela	Julia Nonés por estar presente en toda mi vida, por estar pendiente de mí, por preocuparse y por ayudarme cuando lo necesito.
Mis abuelos	Felicita García (Q.E.P.D), Santos Pérez (Q.E.P.D), y Rubén Salguero (Q.E.P.D). Porque aunque ya no estén, cada uno de ellos me apoyó, aconsejó y porque sé que en estos momentos ellos estarían muy orgullosos de mí.

INDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SIMBOLOS	IX
GLOSARIO	X
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCION	XVII
CAPITULO I	19
GENERALIDADES DE LA EMBOTELLADORA	19
1.1 Descripción de la empresa	19
1.1.1 Ubicación	20
1.2 Visión y Misión	21
1.2.1 Visión	21
1.2.2 Misión	21
1.2.3 Política de calidad	21
1.3 Estructura organizacional	21
1.3.1 Organigrama	22
1.3.2 Descripción de áreas	26
1.4 Maquinaria y equipo	27
1.4.1 Compresores	28
1.4.2 Secadores de aire	28
1.4.3 Torres de enfriamiento	29
1.4.4 Sopladoras	30

1.5 Descripción del producto	32
1.5.1 Botellas y preformas	32
1.5.2 Costos	37
1.6 Descripción del proceso	38
CAPITULO II	41
2 FASE DE DIAGNÓSTICO	41
2.1 Análisis de la situación actual	41
2.2 Proceso productivo	41
2.2.1 Proceso administrativo	41
2.2.2 Almacén de materia prima	42
2.2.3 Área de proceso soplado	42
2.2.4 Registros de calidad y producción	44
2.2.5 Control de calidad	49
2.2.6 Almacenamiento en Silos	55
2.3 Desperdicios en producción	56
2.3.1 Factores de desperdicios	57
2.3.2 Control del desperdicio	58
2.4 Diagrama de procesos	61
2.4.1 Proceso	61
2.4.2 Diagrama de flujo de proceso (DFP)	62
2.4.3 Diagrama de recorrido de proceso (DRP)	63
2.5 Diagrama de causa-efecto (Ishikawa)	65
2.5.1 Plan acción de diagrama causa-efecto	68
2.6 Paros mecánicos	69

2.7	Análisis Estadístico	73
2.8	Indicadores de la producción	74
CAPITULO III		79
FASE DE PROPUESTA		79
3.1	Almacén de materia prima	79
3.1.1	Registro de recepción de preformas	79
3.1.2	Peso de cajas	81
3.2	Área de proceso soplado	82
3.2.1	Muestreo	82
3.3	Gráficos de control	84
3.3.1	Temperatura ambiente	91
3.4	Control de calidad e inocuidad	92
3.4.1	Plan de control de calidad manufactura soplado	93
3.4.2	Buenas prácticas de manufactura	95
3.5	Mantenimiento preventivo	96
3.6	Control de temperatura y humedad	101
3.7	Innovación en los registros	101
3.8	Reducción del desperdicio	102
3.8.1	Reducción de costos	104
3.8.2	Reciclaje de envase PET	107
CAPITULO IV		109
FASE DE IMPLEMENTACION Y SEGUIMIENTO		109
4.1	Necesidad de capacitación	109
4.2	Plan de capacitación	109

4.3 Normalizar capacitaciones	111
4.4 Importancia de la implementación	111
4.4.1 Desperdicios	111
4.4.2 Costos	113
4.4.3 Rendimiento productivo	115
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	125
APENDICE	127
ANEXOS	133

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la Embotelladora	20
2.	Organigrama	22
3.	Organigrama área de soplado	25
4.	Compresor	28
5.	Secador de aire	29
6.	Torres de enfriamiento	30
7.	Sopladora SBO20	31
8.	Preformas	33
9.	Botella de 3 litros	35
10.	Botella de 600 ml	36
11.	Botella de 355 ml	36
12.	Preformas en horno	38
13.	Proceso de soplado (sopladora)	39
14.	Presiones utilizadas en el proceso de soplado	40
15.	Cajas de preforma	43
16.	Codificación botella 3 litros	50
17.	Codificación botella 12 onzas	50
18.	Sistema de explosión	53
19.	Aparato de carga vertical	54
20.	Botellas apachadas	58
21.	Diagrama flujo de proceso	62
22.	Diagrama DRP	64
23.	Diagrama causa-efecto	66
24.	Preforma con defecto	69

25.	Desperdicios de botellas 80/20	73
26.	Preforma aperlada	81
27.	Proceso en recepción	82
28.	MIL-STD-105D	83
29.	Reporte mantenimiento preventivo	100
30.	Extractor de aire	101
31.	Merma de Botellas	108
32.	Incremento de ganancias botella 3 litros	118
33.	Incremento de ganancias botella 12 onzas	119

TABLAS

1.	Gramajes de preforma	34
2.	Costos de preforma	37
3.	Presentaciones por sopladora	42
4.	Tipos de defectos	46
5.	Producción de botellas	48
6.	Codificación de soplado	49
7.	Pesos botella 3 litros y 12 onzas	51
8.	Dimensiones botella 3 litros	52
9.	Dimensiones botella 12 onzas	52
10.	Espesor de pared botella 3 litros	55
11.	Espesor de pared botella 12 onzas	55
12.	Factores de desperdicio	59
13.	Plan acción de diagrama causa-efecto	68
14.	Paros mecánicos	71

15.	Peso de cajas estándar	81
16.	Medición preforma 56.7 gramos	86
17.	Mediciones preforma 13.6 gramos	89
18.	Plan de control de calidad	94
19.	Operaciones de mantenimiento	97
20.	Operaciones de mantenimiento	98
21.	Operaciones de mantenimiento	99
22.	Registros de soplado	102
23.	Costos de producción	105
24.	Programación de capacitaciones	110

GRÁFICAS

1.	Diagrama de pareto de desperdicios	60
2.	Paros mecánicos	72
3.	Diagrama de pareto desperdicios de botella	74
4.	Porcentaje desperdicio botella 3 litros	76
5.	Porcentaje de desperdicio botella 12 onzas	77
6.	Peso promedio preforma 56.7 gramos	87
7.	Control de rango preforma 56.7 gramos	88
8.	Peso promedio preforma 13.6 gramos	90
9.	Control rango preforma 13.6 gramos	91
10.	Gráfica de temperatura	92
11.	Desperdicio botella 3 litros	103
12.	Desperdicio botella 12 onzas	104
13.	Reducción de costos botella 3 litros	106
14.	Reducción de costos botella 12 onzas	107

15. Desperdicio de botella 3 litros	112
16. Desperdicio de botella 12 onzas	113
17. Reducción Costos botella 3 litros	114
18. Reducción de Costo botella 12 onzas	115
19. Porcentaje de rendimiento botella 3 litros	116
20. Porcentaje de rendimiento botella 12 onzas	117

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Significado
g	Cantidad de subgrupos
cm.	Centímetros
g	Gramos
LCL	Límite de control inferior
UCL	Límite de control superior
m.	Metros
min.	Minutos
$\bar{X}$	Promedio de los promedios del sub grupo
$\bar{R}$	Promedio de los rangos de los subgrupos
$\bar{X}$	Promedio del subgrupo i
R_i	Rango del subgrupo i
SBO	Sistema Bi Orientado

GLOSARIO

Bar	Se denomina bar a una unidad de presión equivalente a un millón de barias, aproximadamente igual a una atmósfera (Pa.).
Bebida carbonatada	Es agua que contiene ácido carbónico que, al ser inestable, se descompone fácilmente en agua y dióxido de carbono, el cual sale en forma de burbujas cuando la bebida se despresuriza.
Cadencia	Intervalo de tiempo medio de salida de los productos de su línea o sistema de fabricación.
Compresor	Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tales como gases y vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia
Gramaje:	Es el peso en gramos de las preformas.

PET:	Es un tipo de materia prima plástica, utilizada para la fabricación de botellas plásticas. Su denominación técnica es a que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir. Polietilén Tereftalato o Polietileno de tereftalato.
Preforma:	Tubo de plástico utilizado para hacer botellas utilizando el proceso de inyección de soplomoldura.
Resina:	Sustancia orgánica de consistencia pastosa, pegajosa, transparente o translúcida, que se solidifica en contacto con el aire; puede ser de origen vegetal o se obtiene artificialmente mediante reacciones de polimerización
Silos:	Son espacios creados específicamente para el almacenamiento de materia prima, pueden tener mayor o menor tamaño dependiendo básicamente del tipo de material que se esté almacenando.
Soplado:	Proceso de introducir aire comprimido seco y libre de aceite, a una presión dada que provoca el moldeo del material PET, contra el molde que está cavado en negativo con la forma deseada.

RESUMEN

La embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas es una empresa reconocida nacional e internacionalmente por la buena calidad en sus productos, al estudiar los procesos que realiza se observa un descontrol en sus datos mensuales de desperdicios, por tal motivo el enfoque en este trabajo es maximizar el rendimiento productivo y a la vez minimizar el desperdicio en la embotelladora en el proceso de soplado de envases PET. Esto se logra con el estudio e investigaciones claves en cada una de las operaciones que forman parte de las operaciones de fabricación.

El primer capítulo contiene los aspectos generales de la embotelladora en donde se realiza el análisis. Así como detalles de la estructura organizacional, ubicación, productos que allí se fabrican, políticas de calidad, procesos productivos, entre otros. La fase de diagnóstico, que corresponde al capítulo dos, detalla sobre el estudio de procesos de producción y descripción de los reportes que en el área se registran tanto en producción como en el área de calidad. Además, se grafican los procedimientos que se realizan en cada momento de la fabricación de las botellas PET, y presenta diagramas de operaciones y análisis de la situación actual.

La propuesta y mejora está descrita en el capítulo tres, así como el desarrollo de métodos para la optimización de recursos y de disminución de desperdicios forma parte importante en el detalle de este capítulo. El capítulo cuatro detalla cómo se hará efectivo el proyecto en la empresa a través de capacitaciones y talleres a los colaboradores de la embotelladora. Además, de mostrar los resultados que se lograron con la implementación de la propuesta del capítulo tres. Con las nuevas técnicas que se deben utilizar para realizar el trabajo de manera óptima se disminuirá el desperdicio causado.

OBJETIVOS

GENERAL

Analizar el proceso de recepción de materia prima y proceso productivo de envases PET, con la finalidad de reducir el desperdicio para incrementar el rendimiento de utilización de la preforma.

ESPECIFICOS

1. Investigar las causas que provocan el desperdicio de la materia prima en el proceso de producción de envases PET.
2. Rediseño del proceso de control de calidad en la recepción de materia prima para la elaboración del envase PET con los datos recopilados.
3. Determinar los parámetros óptimos de producción para reducir el desperdicio.

INTRODUCCION

La embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas es de las más grandes a nivel latinoamericano, ésta busca obtener la preferencia entre sus clientes y consumidores a través de sus propuestas y mejora continua. La embotelladora cuenta con siete líneas de producción, tres líneas son de envase PET, dos líneas son para botellas de vidrio y productos retornables y dos líneas de lata. Cada una de estas presentaciones poseen gran demanda a nivel nacional como internacional, esto hace que la empresa tenga como prioridad abastecer cada una de ellas.

La embotelladora no solo es productora de bebidas gaseosas, sino también de agua pura, cervezas, jugos frutales, té fríos y bebidas energizantes. La demanda de cada uno de sus productos la convierte en una empresa sólida y líder en la industria guatemalteca. Actualmente la embotelladora fabrica sus propios envases PET, el área de producción de los envases PET es el área de soplado, para la fabricación de los envases se utilizan las preformas, por medio del proceso de inyección de soplado-moldura. En este proceso ocurre un desperdicio promedio de 24,000 unidades diarias de preforma y botellas que representa el 3% de la producción total, lo que provoca una disminución de rendimiento en la productividad del área de soplado.

El propósito de este proyecto es analizar nuevos procesos de mejora, para disminuir dicho desperdicio y crear oportunidades en todos los procesos que forman parte de la fabricación de botellas.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA EMBOTELLADORA

1.1 Descripción de la empresa

La embotelladora es una compañía multinacional fundada en Guatemala en 1885 la cual posee un amplio portafolio de bebidas más grande de la región. Está dedicada a la producción y distribución de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, actualmente en dieciocho países latinoamericanos. El crecimiento de sus marcas y el desarrollo de sus productos es su principal objetivo. Cuenta con tecnología de punta para lograr una excelencia operativa y un buen sistema de distribución. A lo largo del tiempo ha desarrollado alianzas estratégicas con socios reconocidos y proveedores clave para mejorar procesos y lograr ese nivel internacionalmente reconocido en la actualidad. Su política de reducción de costos y la disciplina financiera ha hecho que la empresa crezca de manera sostenida.

La embotelladora se caracteriza por tener un amplio repertorio de productos carbonatados, como no carbonatados para satisfacer las necesidades de los consumidores. Además, cuenta con su propia fábrica de botellas PET que es una de las más grandes de Guatemala. Bebidas Carbonatadas: son esencialmente agua mezclada con dióxido de carbono a la que se ha añadido azúcar, un material colorante y un agente de sabor. Para que el gas se conserve, se envasa la bebida gaseosa en recipiente totalmente cerrado.

En la planta embotelladora se producen ocho sabores diferentes de bebidas carbonatas los cuales son uva, naranja, cola, lima, manzana, piña, chicle y mora azul, cada una con diferentes presentaciones y tamaños. Bebidas no

carbonatadas: estas bebidas a diferencia de las carbonatadas, no contienen gas. Son básicamente refrescos con concentrado de frutas endulzado. Estas bebidas como no llevan carbono deben pasar por un proceso de pasteurización.

1.1.1 Ubicación

La planta de producción de la embotelladora, se encuentra ubicada en la ciudad de Guatemala. Cuenta con dos edificaciones para realizar sus operaciones, un edificio dedicado a las operaciones administrativas el cual es un edificio de primera categoría por que cuenta con más de tres servicios centrales y el otro que se utiliza para la producción de las bebidas carbonatadas y no carbonatadas en sus diferentes sabores y presentaciones, este edificio es de segunda categoría, el cual cuenta con pisos de concreto armado, ya que su resistencia y tipo están en función del proceso de producción que realizan. A continuación se muestra en la figura 1 la ubicación por vista aérea satelital de la embotelladora.

Figura 1. **Ubicación de la Embotelladora**



Fuente: google earth

1.2 Visión y Misión

1.2.1 Visión

Ser la mejor compañía de bebidas de las Américas, creando valor sostenible, ofreciendo a los consumidores las mejores experiencias con nuestras marcas y contribuyendo a un mundo mejor.

1.2.2 Misión

Ser gente competitiva que crea relaciones sólidas con sus clientes y consumidores a través de las mejores propuestas de valor.

1.2.3 Política de calidad

Como empresa que se dedica a la fabricación de bebidas carbonatadas, no carbonatadas y jarabes, están comprometidos a garantizar la calidad e inocuidad de sus productos a través de la mejora continua del sistema de gestión de inocuidad, cumpliendo con los requisitos legales, del cliente y otros aplicables, manteniendo una comunicación efectiva con todas las partes interesadas. La embotelladora, además de su política de calidad, fomenta seis grandes valores en sus colaboradores: soñar en grande, ser dueños, gente excelente, integridad, gestión, ser apasionado con lo que hacen.

1.3 Estructura organizacional

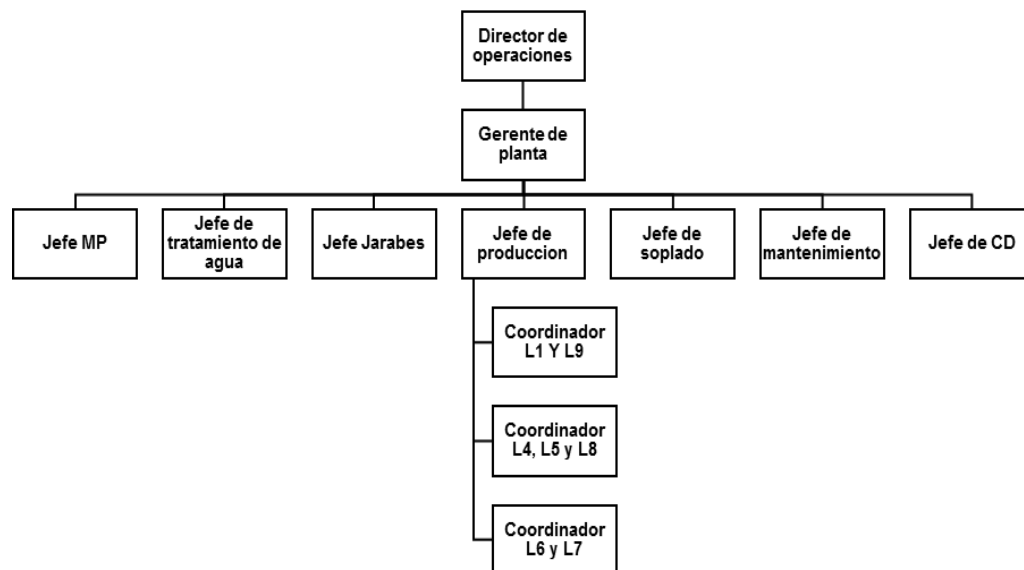
La embotelladora, está distribuida en cinco áreas: administración y calidad, producción, almacén de materia prima, mantenimiento y centro de distribución.

Cuenta en total con 340 colaboradores. A continuación se muestra el organigrama de la embotelladora:

1.3.1 Organigrama

El organigrama es la estructura organizacional de la empresa en el cual se presenta cada persona con sus respectivos cargos y jerarquías. El organigrama general de la embotelladora es representado de tipo vertical. Un organigrama permite analizar la estructura de la organización representada y cumple con un rol informativo, al ofrecer datos sobre las características generales de la organización Definición de Organigrama (2009).

Figura 2. **Organigrama**



Fuente: elaboración propia

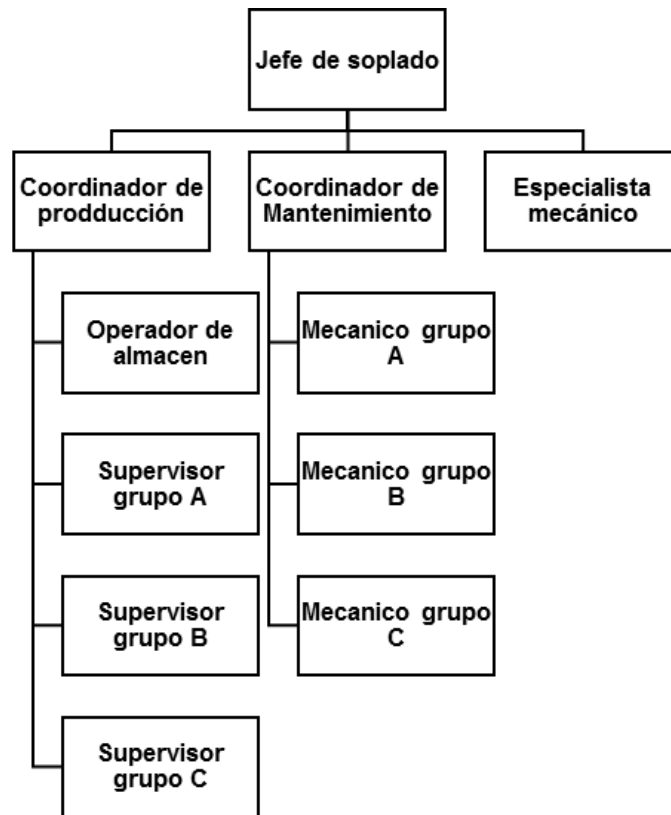
1.3.1.1 Descriptor de cargo

La embotelladora está conformada, según el organigrama de la Figura 2, por los siguientes cargos:

- Director de operaciones: encargado de decidir el rumbo de la empresa, con ayuda de los informes presentados por el gerente general de la planta. Proporciona las directrices que se realizarán en el año.
- Gerente de planta: supervisa y coordina todas las operaciones que son realizadas en la planta de producción, es el encargado de presentar los resultados e informes al director de operaciones para la toma de decisiones.
- Jefe de materia prima y almacén: encargado de dirigir, controlar y supervisar los almacenes de materia prima y materiales de empaque que son utilizados en la producción.
- Jefe de tratamiento de agua: administrador de los proyectos que van enfocados con el mantenimiento y proceso de sanidad de las aguas residuales.
- Jefe de jarabes: coordina y planifica la elaboración de jarabes utilizados para la fabricación de las bebidas, tanto carbonatadas como no carbonatadas.
- Jefe de producción: encargado de la supervisión y coordinación de las líneas de llenado, sellado y empaçado. Los coordinadores de producción son quienes le reportan los resultados.

- Jefe de soplado: encargado de la coordinación y administración de la producción de los envases PET utilizados para la fabricación de bebidas en las líneas de producción.
- Jefe de mantenimiento: encargado de la coordinación del mantenimiento de las máquinas de producción, limpieza, revisión y reparaciones en la maquinaria.
- Jefe del centro de distribución (CD): controla, coordina el cumplimiento de la distribución del producto terminado hacia las agencias y/o clientes.
- Coordinadores de línea: están bajo el mando del jefe de producción y son los encargados de planificar y supervisar la producción de las líneas de producción.

Figura 3. **Organigrama área de soplado**



Fuente: elaboración propia

En el área de soplado existe un organigrama interno que es representado de forma vertical que muestra de forma esquemática los niveles jerárquicos y la relación que existe entre cada uno de ellos. Como se observa anteriormente en la figura 3.

1.3.2 Descripción de áreas

La embotelladora está formada por diferentes áreas de trabajo, que en conjunto trabajan y se enfocan en el mismo objetivo, ser la mejor embotelladora de las Américas. Estas áreas son:

- El área administrativa y de calidad conformada por la gerencia, control de calidad, recursos humanos, proyectos, compras y ventas.
- En el área de producción se realiza todo el proceso de fabricación de bebidas carbonatadas, desde la elaboración de los jarabes hasta su envasado y etiquetado.
- El área de mantenimiento es el encargado de prevenir fallos en las máquinas y evitar paros prolongados por falta de reparaciones.
- En el centro de distribución se encuentra el producto terminado en sus diferentes presentaciones.
- El almacén de materia prima se encarga de recibir todas las materias primas utilizadas en los procesos de fabricación.

El área de producción, está dividida en tres, área de jarabes y tratamiento de aguas, las líneas de producción y el área de plásticos. La planta de tratamiento de agua, se utiliza para limpiar y eliminar los contaminantes físicos que esta contenga, enviándola preparada para el área de jarabes. El área de jarabes es donde se crean las esencias de las bebidas que luego pasan al área de llenado. Las líneas de producción son las encargadas del llenado, envasado y etiquetado

de las bebidas, la embotelladora posee nueve líneas de producción, distribuidas de la siguiente manera:

- Dos líneas de producción para bebidas en lata
- Cuatro líneas de producción para bebidas en envase Pet
- Dos líneas de producción para envase de vidrio
- Una línea de producción para producto tetrapack.

El área de plásticos, es el encargado de suministrar las botellas de material PET (tereftalato de polietileno), a las líneas de producción para que continúen con la fabricación de las bebidas. En esta área se producen las botellas plásticas, esto sucede por medio de máquinas que se encargan de soplar el material llamado: preforma. El área cuenta con 4 personas administrativas y 36 personas operativas.

1.4 Maquinaria y equipo

Los equipos que se utilizan para el proceso de fabricación de las botellas de plástico son:

- 5 Compresores
- 4 Secadores de aire
- 3 Torres de enfriamiento
- 13 Silos de almacenaje
- 4 Sopladoras
- Bandas de transporte

1.4.1 Compresores

Estas son máquinas generadoras de aire comprimido, con una presión entre 40 y 42 bar. En el proceso de soplado de botella, los compresores se utilizan para inyectar aire comprimido a las máquinas sopladora dentro de los moldes de botellas, para que las preformas tomen su forma final. La embotelladora cuenta con cinco compresores de alta presión (40 bar.), cuatro de ellos marca ATELIERS FRANCOIS y uno marca SIAD. Todos con la misma función de inyección de aire a las sopladoras.

Figura 4. **Compresor**



Fuente: proveedor de compresores Kaeser

1.4.2 Secadores de aire

En el área existen 4 secadores de aire, uno por cada máquina de soplado, los secadores sirven para obtener un aire más seco para realizar un proceso mejor y a la vez cuidar la tubería. Los secadores son marca DONALDSON ULTRAFILTER.

Figura 5. **Secador de aire**



Fuente: proveedor de secadores Kaeser

1.4.3 Torres de enfriamiento

Se tienen tres torres de enfriamiento, las cuales sirven para enfriar el agua en cantidades grandes de volumen, la cual es utilizada al finalizar el soplado para templar la temperatura del envase. El agua que tiene que enfriarse generalmente tiene temperaturas entre 40 y 60°C. Esta se bombea a la parte superior de la torre de enfriamiento y de ahí fluye hacia abajo a través de tubos de plástico. Esto genera la formación de gotas. Cuando el agua fluye hacia abajo, emite calor que se mezcla con el aire de arriba, provocando un enfriamiento de 10 a 20°C Mamani (2017).

Figura 6. **Torres de enfriamiento**



Fuente: embotelladora S.A.

1.4.4 Sopladoras

El área posee cuatro máquinas de soplado marca Sidel, el funcionamiento de estas sopladoras es altamente automatizado, cada sopladora es supervisada por una persona. Las sopladoras se diferencian entre sí por la cantidad de moldes que poseen, los moldes son la cantidad de botellas que se pueden soplar por vuelta completa. Las cuatro sopladoras cuentan con un sistema biorientado, esto significa que el moldeo es realizado tanto en el eje “x”, como en el eje “y”, las sopladoras son:

- SBO 04: Con cuatro moldes.
- SBO 12: Con doce moldes.
- SBO 16: Con dieciséis moldes.
- SBO 20: Con veinte moldes.

Figura 7. **Sopladora SBO20**



Fuente: manual sopladora Sidel

En la figura 7 se observa la sopladora Sidel SBO 20, actualmente es la más grande y con más capacidad de producción en la embotelladora, produciendo con un ritmo de 10 botellas por segundo.

1.4.4.1 Silos de almacenamiento

Existen trece silos, los cuales sirven para almacenar las botellas que salen de las sopladoras, para después transportarse a las líneas de producción para ser llenadas y empacadas para su distribución. Un silo tiene capacidad para diez mil botellas PET de 3 litros o treinta mil botellas PET de 355 mililitros.

1.5 Descripción del producto

1.5.1 Botellas y preformas

Las botellas PET son el resultado del proceso de soplado que sufre la preforma. Las preformas son unos tubos parecidos a las probetas, las cuales se diferencian por su color, resina y peso. Propiedades del PET: este polímero no se estira y es resistente a los ácidos, gases atmosféricos y al calor, también absorbe poca cantidad de agua, forma fibras fuertes y flexibles. Su punto de fusión es alto, esto facilita su planchado, es resistente al ataque de polillas, bacterias y hongos Tecnología de los plásticos (2011).

Sus características más relevantes:

- Alta transparencia (en estado amorfo), aunque admite cargas de colorantes.
- Alta resistencia al desgaste y corrosión.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química y térmica.

Así mismo, la resina es el material con el que se fabrican las preformas, está elaborada con tereftalato de polietileno, el cual es un polímero derivado del petróleo. Los tipos de resina que se utilizan para la elaboración de preformas son de dos tipos: resina virgen y resina reciclada.

- Resina virgen: es la materia prima que no ha sufrido ninguna clase de transformación anterior.
- Resina reciclada: es la materia prima que ha pasado por un proceso de transformación y recuperación de desechos plásticos.

En la figura 8 se muestra la preforma color verde de 56.7 gramos y la preforma azul de 13.6 gramos.

Figura 8. **Preformas**



Fuente: elaboración propia

Actualmente el área de soplado trabaja con treinta y un presentaciones diferentes de preformas. El proveedor envía las preformas dentro de cajas que miden un metro cúbico. La cantidad de preformas que contiene cada caja varía según el tamaño de la preforma, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 1. Gramajes de preforma

GRAMAJE DE PREFORMA	COLOR	CANTIDAD
Preforma 13.6grs.	Transparente	23,136
Preforma 15.6grs.	Transparente	23,136
Preforma 17.7grs.	Transparente	18,864
Preforma 17.7grs.	Caribe Verde	18,864
Preforma 17.7grs.	Azul	18,864
Preforma 17.7grs.	Intenso Verde	15,984
Preforma 19.7grs.	Transparente	15,984
Preforma 19.7grs.	Verde	18,912
Preforma 19.7grs.	Azul	18,912
Preforma 20.5 grs.	Transparente	18,912
Preforma 20.5 grs.	Verde	18,912
Preforma 20.5 grs.	Caribe Verde	18,912
Preforma 20.5 grs.	Verde	18,912
Preforma 20.5grs.	Verde	18,912
Preforma 20.5 grs.	Plata	18,912
Preforma 23.7 grs.	Azul	15,984
Preforma 26.7 grs.	Azul	15,984
Preforma 35.6grs.	verde	9,600
Preforma 35.2grs.	Azul	10,080
Preforma 42.6 grs.	Transparente	9,576
Preforma 42.6 grs.	Verde	9,576
Preforma 42.6 grs.	Caribe Verde	9,576
Preforma 46.6grs.	Transparente	8,136
Preforma 46.6grs.	Azul	8,136
Preforma 56.7grs.	Transparente	6,552
Preforma 56.7grs.	Verde	6,552
Preforma 37.5grs.	Transparente	9,072
Preforma 108 grs.	Verde	5,000
Preforma 108 grs.	Transparente	4,200
Preforma 123.5 grs.	Transparente	3,520
Preforma 123.5 grs.	Verde	3,520

Fuente: elaboración propia

Las botellas PET son elaboradas dependiendo del contenido que a ésta se le introduzca y la presentación programada. Una bebida carbonatada tendrá un gramaje mayor que una bebida no carbonatada. Por ejemplo, una bebida carbonatada de tres litros tiene un gramaje 56.7 gramos mientras que una no carbonatada puede tener un gramaje de 46.7 gramos. Esto se debe a que una

bebida carbonatada contiene ácido carbónico, por lo que el PET debe ser más resistente.

Los colores de preforma utilizados son:

- Transparente
- Azul
- Verde
- Silver (plateado)

Botella PET 3.3 litros: es la presentación con la capacidad más grande que elabora la planta en la actualidad, se fabrica con preformas de 56.7 gramos y en dos colores, transparente y verde. Su cadencia de producción es de 3.33 botellas/segundo. Botella PET 3 litros: es la presentación más vendida comparada con la de 3.5 litros, se fabrica con preformas de 56.7 gramos en dos colores: transparente y verde. La cadencia de fabricación es de 3.33 botellas/segundo (figura 9).

Figura 9. **Botella de 3 litros**



Fuente: embotelladora S.A.

Botella PET 600 mililitros: está entre las presentaciones medianas, se elabora con preformas de 20.5 gramos en los colores: plateado, transparente y verde. Su cadencia de elaboración es de 6.67 botellas/segundo (figura 10).

Figura 10. **Botella de 600 ml**



Fuente: embotelladora S.A.

Botella PET 355 mililitros: es la presentación más pequeña de todas, se elabora con la preforma de 13.6 gramos en los colores transparente, verde y azul. La cadencia de fabricación es de 10 botellas/segundo (figura 11).

Figura 11. **Botella de 355 ml**



Fuente: embotelladora S.A

1.5.2 Costos

Las preformas con las que se trabajan en la embotelladora son importadas del país vecino El Salvador. El costo por unidad depende del color y peso de la preforma, una preformas más grande y con más pigmentación su precio es relativamente más elevado que las demás preformas. En la tabla 2 se observan los precios en detalle por unidad de preforma.

Tabla 2. **Costos de preforma**

GRAMAJE DE PREFORMA	COLOR	COSTO (Q)
Preforma 13.6grs.	Transparente	Q 0.07
Preforma 15.6grs.	Transparente	Q 0.11
Preforma 17.7grs.	Transparente	Q 0.15
Preforma 17.7grs.	Caribe Verde	Q 0.15
Preforma 17.7grs.	Azul	Q 0.15
Preforma 17.7grs.	Intenso Verde	Q 0.18
Preforma 19.7grs.	Transparente	Q 0.15
Preforma 19.7grs.	Verde	Q 0.15
Preforma 19.7grs.	Azul	Q 0.15
Preforma 20.5 grs.	Transparente	Q 0.18
Preforma 20.5 grs.	Verde	Q 0.18
Preforma 20.5 grs.	Caribe Verde	Q 0.18
Preforma 20.5 grs.	Verde	Q 0.18
Preforma 20.5grs.	Verde	Q 0.18
Preforma 20.5 grs.	Plata	Q 0.22
Preforma 23.7 grs.	Azul	Q 0.22
Preforma 26.7 grs.	Azul	Q 0.22
Preforma 35.6grs.	verde	Q 0.29
Preforma 35.2grs.	Azul	Q 0.29
Preforma 42.6 grs.	Transparente	Q 0.37
Preforma 42.6 grs.	Verde	Q 0.37
Preforma 42.6 grs.	Caribe Verde	Q 0.39
Preforma 46.6grs.	Transparente	Q 0.37
Preforma 46.6grs.	Azul	Q 0.37
Preforma 56.7grs.	Transparente	Q 0.44
Preforma 56.7grs.	Verde	Q 0.44
Preforma 37.5grs.	Transparente	Q 0.29
Preforma 108 grs.	Verde	Q 0.58
Preforma 108 grs.	Transparente	Q 0.58
Preforma 123.5 grs.	Transparente	Q 0.66
Preforma 123.5 grs.	Verde	Q 0.66

Fuente: embotelladora S.A.

1.6 Descripción del proceso

En el almacén de materia prima de la embotelladora se reciben las cajas de preformas, para luego ser entregadas al encargado del almacén de preformas del área de soplado. El proceso de soplado comienza al alimentar la tolva de la máquina sopladora para luego dirigirse a través del riel de carga hacia el horno, este se encuentra a una temperatura entre 100 y 270 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$), la cual el operador gradúa dependiendo del gramaje de la preforma, es decir una preforma con un peso de 56.7 gramos tendrá una temperatura de horno de 250°C a 270°C , mientras que un peso de 23 gramos necesita una temperatura de 190°C a 210°C .

Figura 12. **Preformas en horno**

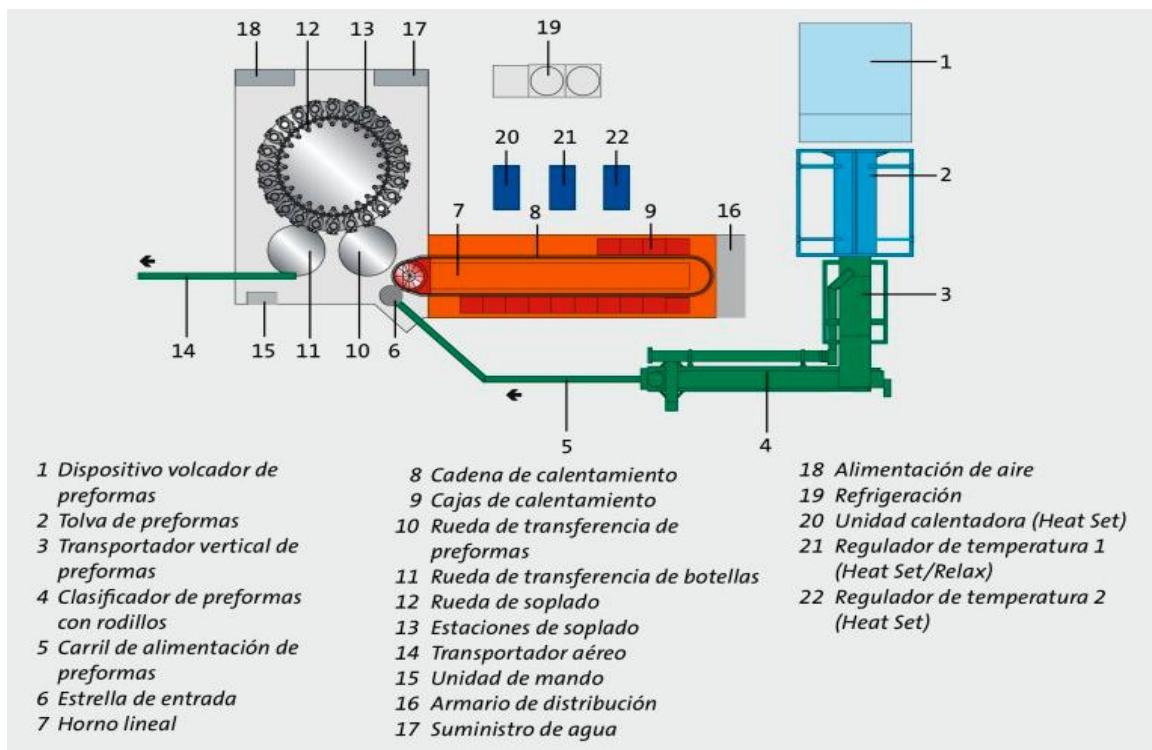


Fuente: embotelladora S.A.

Después las preformas que han sido expuestas al calor, se depositan en el molde para empezar con el proceso de presoplado, éste se produce en el momento que una varilla se introduce en la preforma para ser estirada con una

presión desde 8 a 13 bar, luego a través de esa varilla inicia el proceso de soplado que es cuando las preformas reciben una descarga de presión de aire para que las botellas tomen la forma del molde utilizado, la presión en este proceso cambia de 21 a 27 bar. Las botellas terminadas se depositan en la tolva de salida y son transportadas hacia los silos de almacenaje o en algunas ocasiones directamente a las líneas de producción.

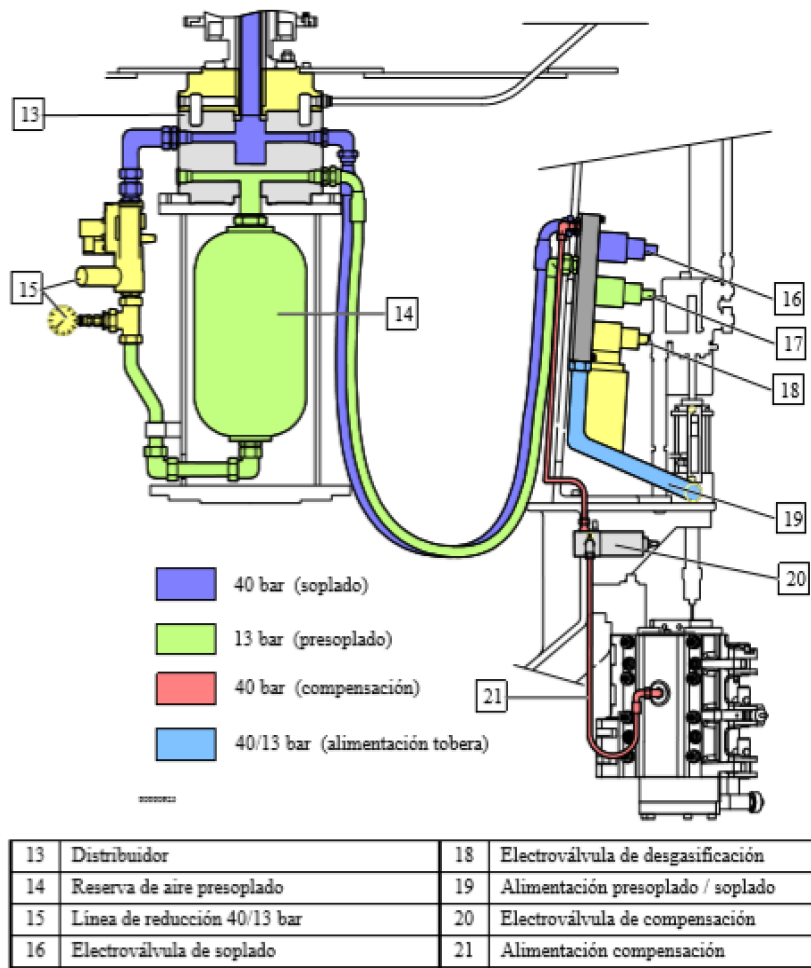
Figura 13. **Proceso de soplado (sopladora)**



Fuente: manual de sopladora

En la figura 13 se observa el proceso de estiramiento soplado, que sufren las preformas al momento de entrar a la maquina sopladora. Este plano muestra cada una de las partes del proceso.

Figura 14. Presiones utilizadas en el proceso de soplado



Fuente: manual de mantenimiento Sidel

En la figura 14 se ilustra los diferentes tipos de presiones que trabajan en el proceso de soplado.

CAPITULO II

FASE DE DIAGNÓSTICO

2.1 Análisis de la situación actual

Se realizó un análisis con la finalidad de conocer la situación actual de la Empresa y de sus procesos y así lograr identificar las causas que afectan la productividad y generan el desperdicio. Para estos análisis se utilizaron como herramientas la recopilación de información de reportes calidad y producción, los análisis de calidad, el diagrama de pareto, para identificar los factores que afectan en el rendimiento de la preforma. Además, se utilizó el diagrama de causa-efecto para conocer las causas principales y los efectos que pueden llegar a ocasionar con el tiempo.

2.2 Proceso productivo

2.2.1 Proceso administrativo

Las producciones del área de soplado son agendadas y planificadas por los jefes de línea, jefes de producción de soplado, coordinador de planeación, gerente de ventas y gerente de planta. El programa muestra los productos que se fabricarán diariamente en el mes, con fecha y hora. Después de esta planificación el coordinador de producción de soplado solicita la preforma que será utilizada en la fabricación al proveedor y se emite una orden de soplado (Anexo 3) a todos los operadores encargados de cada sopladora.

2.2.2 Almacén de materia prima

Todas las áreas de producción tienen relación con el área de recepción de materia prima. En esta área se reciben los materiales que serán utilizados en la fabricación de botellas PET, en este caso las preformas. Actualmente en esta parte del proceso no existe una verificación de la materia prima que se está recepcionando ni un registro de análisis de calidad.

2.2.3 Área de proceso soplado

El área de soplado actualmente cuenta con un equipo de 36 personas del área operativa y 4 personas del área administrativa, el área tiene 4 máquinas sopladoras cada una fábrica presentaciones, tamaños y diseños diferentes esto dependiendo de los requerimientos de las líneas de producción. El número que las sopladoras llevan en su nombre es la cantidad de moldes que poseen.

Tabla 3. Presentaciones por sopladora

<i>SBO 20</i>	<i>SBO 16</i>	<i>SBO 12</i>	<i>SBO 04</i>
500 ml	500 ml	2 Litros	355 ml
355 ml	1.5 Litros	2.5 Litros	750 ml
600 ml	600 ml	3 Litros	
750 ml	750 ml	3.3 Litros	

Fuente: elaboración propia

En el área de Soplado se producen las botellas con la mejor calidad, con procesos automatizados que ayudan a la optimización de los recursos y el tiempo, para lograr así los objetivos del plan de producción. Luego de ser recepcionada en el almacén de materia prima, la preforma es trasladada al almacén de preforma en el área de soplado. Esta es apilada y ordenada conforme ingresan las cajas.

El almacén de preforma es un lugar con un espacio de 60 metros de ancho, 40 metros de largo y 10 metros de alto, la capacidad instalada es de 500 cajas de preformas. El consumo diario de cajas de preformas es de 90 cajas diarias. El tipo del techo es de dos aguas ventilado, esto provoca entrada de polvo y/o agua, El encargado de almacén y el supervisor de calidad realizan una inspección visual del estado de las cajas. Si las cajas se encuentran rotas, abolladas o con cualquier otro defecto se retira y se devuelve al proveedor.

Figura 15. Cajas de preforma



Fuente: elaboración propia

Soplado empieza a trasladar las cajas de preforma del almacén hacia las máquinas sopladoras. Las cajas son movilizadas a través de montacargas, estas las introducen a un costado de la máquina, para que ésta automáticamente la vacíe dentro de la tolva de recepción de preforma. El operario de la maquina sopladora tiene la responsabilidad de llenar tres registros de calidad y un registro de producción. Estos registros le sirven al supervisor de calidad para llevar un control sobre el estado de las preformas ingresadas y para monitorear la

producción de las maquinas sopladoras. Los registros de calidad son: análisis de calidad (control general), análisis de calidad (control de preforma), análisis de calidad (control de botella). Además, de estos registros el operador también llena el registro de control de producción y el control de desperdicios.

2.2.4 Registros de calidad y producción

2.2.4.1 Análisis de calidad (control general)

Este registro lo comienza a llenar el operario cuando da inicio la producción, es completado cada hora (Anexo 4). Los datos que coloca son:

- Maquina sopladora: es el nombre de la máquina que está realizando la operación.
- Presentación: es el tamaño de volumen del envase que se está produciendo.
- Gramaje: en este se escribe el peso en gramos que tiene la preforma que se utiliza.
- Fecha: se escribe la fecha en la que se está realizando la producción
- Turno y grupo: en este se incluye si el operario está en turno diurno o nocturno y el grupo en el que se encuentra si fuera el caso, “A”, “B” o “C”.
- Cadencia: la cadencia es el ritmo de producción que tiene la máquina, se ingresa en botellas por hora.
- Temperatura de ambiente real: es la temperatura en grados centígrados (° C) que tiene el entorno en el momento de la producción.
- Humedad relativa: es la relación que existe entre la cantidad de vapor de agua que tiene el aire y la máxima que puede tener.
- Temperatura del horno: es la temperatura que aparece en el monitor de la maquina sopladora y está en grados centígrados (° C).

- Temperatura de Chiller: la sopladora mide la temperatura a la cual se encuentra el agua utilizada en el proceso de producción.
- Temperatura de preforma real: la temperatura de la preforma también es medida antes de ingresar al horno. Esta es calculada automáticamente por la sopladora.
- Presión soplado: se mide la presión del aire con la que se soplará la preforma.
- Presión pre-soplado: esta presión se aparece antes de la presión de soplado está dada en bar.

2.2.4.2 Análisis de calidad (control de preforma)

Este registro se llena conforme se esté ingresando las cajas de preforma a la sopladora, dicho registro sirve al supervisor de calidad para conocer el lote de preforma con el que se está trabajando (Anexo 2). El registro contiene las siguientes variables medibles:

- Tipo de resina: se escribe si la resina es reciclada o virgen.
- Lote de preforma: el lote de preforma está escrito en la caja de preforma, éste se identifica en el registro para una mejor trazabilidad.
- Fecha de producción: esta fecha se refiere a la fecha de producción de la preforma, la cual se encuentra en la caja.
- Color: en este espacio se coloca el color de la preforma que se está utilizando.
- Apariencia de preforma: se coloca un “OK” cuando la preforma está con una buena apariencia y “NO” cuando tiene un imperfecto.
- Cantidad por caja: en el monitor de la maquina sopladora cuando una caja se termina, hace un conteo de cuantas preformas contenía la caja, este número se coloca en el registro.

- Hora de vaciado: se escribe la hora exacta en la que una caja se termina.
- Cantidad según caja: es la cantidad de preformas que viene escrita en la caja de preformas.

2.2.4.3 Análisis de calidad (control de botella)

En este formato se registran todos defectos y/o fallas que tienen las botellas, que son las preformas como producto terminado, al momento de salir de la maquina sopladora. Los datos que se tabulan en este registro son:

- Lote de preforma: se escribe el número de lote al que pertenece la botella defectuosa.
- Nombre de Resina: se coloca el nombre que tiene la resina con la que se produjo la preforma.
- Tipo de defecto: se anota cual fue el defecto que tuvo la botella, los cuales son:

Tabla 4. Tipos de defectos

CÓDIGO	TIPOS DE DEFECTOS	CÓDIGO	TIPOS DE DEFECTOS
D1	Silos saturados	D10	Preforma en malas condiciones
D2	Fallas en el horno	D11	Ajustes en el proceso
D3	Mala manipulación de las preformas	D12	Cambio de Molde
D4	Falla en el sistema eléctrico	D13	Pruebas de calidad
D5	Paros en la sopladora	D14	Manejo inadecuado de la sopladora
D6	Humedad en las preformas	D15	Problemas en el codificador de botellas
D7	Temperatura	D16	Sopladora autodesecha
D8	Variación de tonos en la botella	D17	Soplado incompleto
D9	Defectos en la Base	D10	

Fuente: elaboración propia

- Pesos seccionales: los pesos en una botella se dividen en tres, peso de hombro, peso de cuerpo o panel y peso de base. Las botellas se cortan y se mide cada una por separado. La medición se hace al 25% del total de moldes en una hora, completando así el 100% en cuatro horas.

2.2.4.4 Registro de producción

Este formato es el más importante para el área de producción de soplado, en él se anota el control de producción, desperdicios de botellas y preformas, el índice de merma y el índice de eficiencia, monitoreado cada hora, además se identifican los desperdicios y registran los paros por los que se ha detenido la producción (Anexo 1). Con la información recopilada de los registros de producción se elabora la tabla 5, que contiene la cantidad por presentación de botellas que se producen diariamente.

Tabla 5. Producción de botellas

NO.	BOTELLAS	TOTALES UNIDADES PROMEDIO DIARIAS
1	Envase 13.6gr 355 mm transparente	113,789
2	Envase 56.7 gr 3 litros transparente	111,567
3	Envase 56.7 gr 3 litros verde	86123
4	Envase 35.6 gr 1.5 litros verde	77234
5	Envase 46.6 gr 2.5 litros transparente	75400
6	Envase 23.7 gr 750 mm azul	75089
7	Envase 46.6 gr 2.5 litros azul	69245
8	Envase 42.6 gr 2 litros transparente	63203
9	Envase 19.7 gr 500mm transparente	56734
10	Envase 37.5 gr 1.5 litros transparente	54236
11	Envase 20.5 gr 600mm verde	49530
12	Envase 19.7 gr 500mm verde	47255
13	Envase 26.7 gr 750mm azul	46790
14	Envase 17.7 gr 500mm azul	45684
15	Envase 21.7 gr 600mm transparente	43290
16	Envase 20.5 gr 600mm azul	43202
17	Envase 42.6 gr 2 litros verde caribe	39120
18	Envase 35.2 gr 1.5 litros azul	35670
19	Envase 17.7 gr 600mm transparente	32790
20	Envase 20.5 gr 600mm verde caribe	27094
21	Envase 108 gr 2.5 litros transparente	26780
22	Envase 108 gr 2 litros transparente	25967
23	Envase 17.7 gr 600mm verde caribe	25675
24	Envase 15.6 gr 450mm transparente	24780
25	Envase 42.6 gr 2 litros verde	24780
26	Envase 21.7 gr 600mm azul	24569
27	Envase 17.7 gr 600mm verde intenso	24300
28	Envase 19.7 gr 600mm azul	23450
29	Envase 20.5 gr 600mm verde transparente	21345
30	Envase 108 gr 2.5 litros verde	21002
31	Envase 20.5 gr 600mm plateado	20965

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 5, las presentaciones con más producción diaria son: el envase de 13.60 gramos utilizado para los 355 mililitros y el envase de 56.7 gramos que pertenece al de 3 litros transparente.

2.2.5 Control de calidad

Durante la producción el encargado de calidad verifica una muestra de cada uno de los moldes, esto lo hacen sin hora específica. Por otro lado, los supervisores de calidad también analizan las botellas que salen de la sopladora y le hacen los análisis respectivos:

- Codificación del producto
- Pesos seccionales
- Dimensiones, altura y diámetro
- Ensayo de explosión/rotura (incluyendo porcentaje de expansión)
- Carga vertical
- Espesor de pared

2.2.5.1 Codificación del producto

Las botellas al estar en la maquina sopladora son marcadas por un codificador laser, esta marca es el código de identificación del producto, este es revisado por el supervisor de calidad el cual examina que sea claro y legible. De lo contrario el producto tendrá que ser retirado de la producción. Este código es colocado en el panel de las botellas.

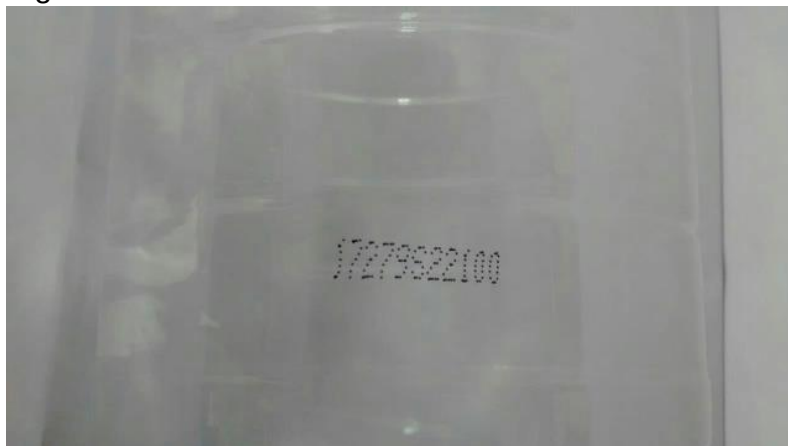
Tabla 6. **Codificación de soplado**

15093S12345	
15	Año de producción, dos dígitos
093	Día de fabricación del producto, expresado en 3 dígitos según día Juliano
S1	Número de sopladora
2345	Hora de producción expresada en formato de 24 horas

Fuente: elaboración propia

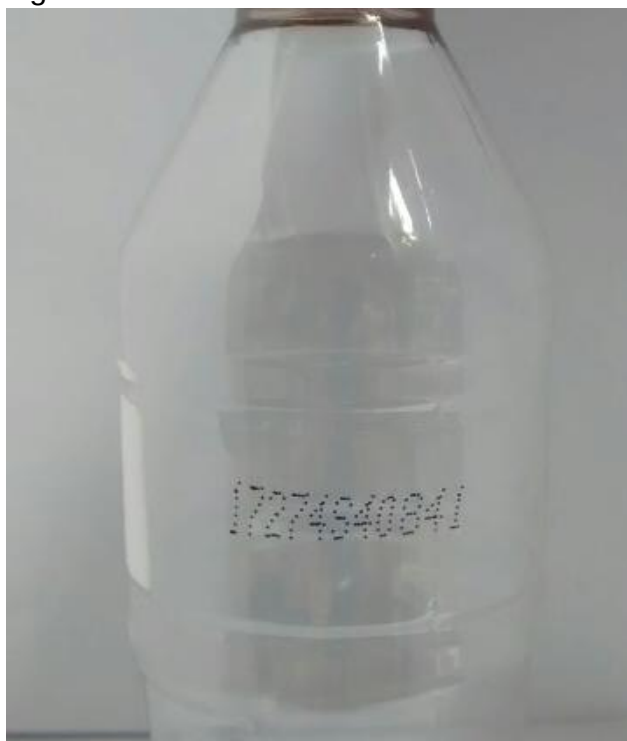
En la tabla anterior se muestra la interpretación del código que es grabado en las botellas PET al momento de pasar por el proceso de soplado.

Figura 16. **Codificación botella 3 litros**



Fuente: elaboración propia

Figura 17. **Codificación botella 12 onzas**



Fuente: elaboración propia

En las figuras 16 y 17 se observa el código de identificación de soplado. El cual es utilizado para dar trazabilidad al producto en caso de daños en el lote de producción.

2.2.5.2 Pesos seccionales

Estos pesos se miden cortando las tres partes de la botella y pesándolas, el peso ideal para cada presentación está estandarizado por la compañía. Existe un límite inferior y uno superior el cual se describe en las tablas 7, si la botella no coincide con las medidas correspondientes ésta es desechada y considerada como un desperdicio. Los pesos son medidos en gramos (g). Para las mediciones se utilizaron la botella de tres litros y la de doce onzas. En la siguiente tabla se observa el rango de los pesos de aceptación que debe tener una botella de tres litros y de doce onzas, con su respectiva tolerancia.

Tabla 7. **Pesos botella 3 litros y 12 onzas**

		Límite Inferior	Objetivo	Límite Superior	Tolerancia +/-
Botella 3 litros	Peso de Hombro	15 gr	16 gr	17 gr	1 gr
	Peso de Panel	27.5 gr	28.5 gr	29.5 gr	1 gr
	Peso de Base	11.8 gr	12.5 gr	13.2 gr	0.04 gr
		Límite Inferior	Objetivo	Límite Superior	Tolerancia +/-
Botella 12 onzas	Peso de Hombro	6.5 gr	7 gr	7.5 gr	0.5 gr
	Peso de Panel	4 gr	4.5 gr	5 gr	0.5 gr
	Peso de Base	2.1 gr	2.6 gr	3.1 gr	0.5 gr

Fuente: departamento de calidad soplado

2.2.5.3 Dimensiones (altura y diámetro)

Las dimensiones de la botella se miden desde su base hasta la boca, con la ayuda de un pie de rey. Los diámetros que se miden en la botella son tres, diámetro de hombro, diámetro de panel y diámetro de base, la medición se realiza con el vernier. Las mediciones son tomadas en centímetros (cm.).

Tabla 8. Dimensiones botella 3 litros

		Límite Inferior	Objetivo	Límite Superior	Tolerancia +/-
Botella 3 litros	Altura	34 cm	34.5 cm	35 cm	0.5 cm
	Diámetro de Hombro	11.85 cm	12.1 cm	12.35 cm	0.25 cm
	Diámetro de Panel	11.75 cm	12 cm	12.25 cm	0.25 cm
	Diámetro de Base	11.85 cm	12.1 cm	12.35 cm	0.25 cm

Fuente: departamento de calidad soplado

Tabla 9. Dimensiones botella 12 onzas

		Límite Inferior	Objetivo	Límite Superior	Tolerancia +/-
Botella 12 onzas	Altura	13.75 cm	14 cm	14.25 cm	0.25 cm
	Diámetro de Hombro	5.25 cm	5.5 cm	5.75 cm	0.25 cm
	Diámetro de Panel	5.05 cm	5.3 cm	5.55 cm	0.25 cm
	Diámetro de Base	5.25 cm	5.5 cm	5.75 cm	0.25 cm

Fuente: departamento de calidad soplado

2.2.5.4 Ensayo de explosión/rotura

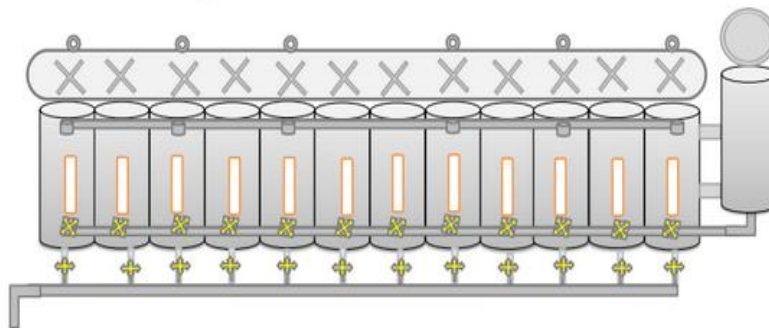
El ensayo de explosión es uno de los análisis que se realizan a las botellas, donde se mide la tensión interna en la base de botella y la resistencia de la misma, simulando el proceso de producción de ésta, presurizándola y controlando el tiempo de fisura. Este examen es realizado para las botellas de bebidas carbónicas.

Procedimientos del ensayo:

- Llenar la solución en cada botella.
- Colocar y sujetar con mordazas la botella sobre cada posición
- Se llenará la botella automáticamente hasta la presión predefinida.
- Se deben tomar 20 minutos para observar explosiones.

Si las botellas sobre pasan los 20 minutos sin estallar, están listas para pasar a las líneas de producción.

Figura 18. **Sistema de explosión**



Fuente: elaboración propia

En la figura 18 se muestra la ilustración del sistema empleado para la realización del ensayo de explosión/rotura.

2.2.5.5 Carga vertical

La carga vertical es el análisis que sirve para probar la resistencia o deformación de las botellas a la carga superior así como a la presión lateral. La fuerza de compresión asignada es definida dependiendo el tamaño y peso de la botella. La botella se coloca en el aparato y se comienza a presionar en la parte superior, la fuerza es expresada en Newton y la unidad de longitud es en milímetros. Cuando termina el proceso en la pantalla aparece cuanta fuerza es soportada y la cantidad en milímetros comprimida.

Figura 19. **Aparato de carga vertical**



Fuente: departamento de calidad soplado

2.2.5.6 Espesor de pared

El espesor se mide en tres puntos esenciales de la botella, estos están estandarizados por el área de calidad, y se utilizan para conocer la cantidad de material acumulado en las paredes de la botella. El espesor es medido en milímetros (mm.).

Tabla 10. **Espesor de pared botella 3 litros**

		Límite Inferior	Objetivo	Límite Superior	Tolerancia +/-
Botella 3 litros	Espesor de Hombro	0.23 mm	0.28 mm	0.33 mm	0.05 mm
	Espesor de Panel	0.21 mm	0.25 mm	0.29 mm	0.04 mm
	Espesor de Base	0.21 mm	0.25 mm	0.29 mm	0.04 mm

Fuente: departamento de calidad soplado

Tabla 11. **Espesor de pared botella 12 onzas**

		Límite Inferior	Objetivo	Límite Superior	Tolerancia +/-
Botella 12 onzas	Espesor de Hombro	0.18 mm	0.2 mm	0.22 mm	0.02 mm
	Espesor de Panel	0.16 mm	0.18 mm	0.2 mm	0.02 mm
	Espesor de Base	0.16 mm	0.18 mm	0.2 mm	0.02 mm

Fuente: departamento de calidad soplado

2.2.6 Almacenamiento en Silos

Al terminar la producción de botellas éstas son conducidas a los silos de almacenaje, ahí se almacenan hasta que las líneas de llenado empiecen a jalar las botellas. En el área de silos se encuentra el operador de silos, el cual se encarga de monitorear y operar silos y bandas transportadoras. Esta área es donde termina la producción de soplado.

Existe un reporte de silos que el operador debe completar, este contiene:

- Cantidad de envases en cada silo al inicio del turno
- Nombre del producto en cada silo al inicio del turno
- Cantidad de envases en la banda transportadora de cada línea de llenado al inicio del turno.
- Cantidad de envase apachado en cada sopladora
- Cantidad de envases en cada silo al final del turno

- Nombre del producto en cada silo al final del turno
- Cantidad de envases en la banda transportadora de cada línea de llenado al final del turno.

2.3 Desperdicios en producción

El desperdicio es toda mal utilización de los recursos y de las posibilidades de la empresa en la fabricación de los productos. Actualmente en la embotelladora se está reportando los diferentes causantes de desperdicios, esto se obtiene de la recopilación de datos de los registros que se utilizan. En un turno completo de doce horas de trabajo, los desperdicios oscilan entre 11,500 a 15,000 botellas o preformas. El área de soplado es medida mensualmente por indicadores claves de producción, un aumento en los desperdicios provoca una disminución en el indicador de rendimiento productivo y en la productividad.

El rendimiento productivo se mide cuando a la producción total le restamos la cantidad total de desperdicios y a esto lo dividimos entre la producción total. Entre más desperdicio exista, el rendimiento productivo será menor. Además, del rendimiento productivo, también se mide la productividad del área, que es calculada dividiendo la cantidad producida entre los recursos empleados. Cualquier disminución en el porcentaje de estos indicadores es de suma importancia para soplado ya que es necesaria una solución, para evitar que el rendimiento siga disminuyendo.

2.3.1 Factores de desperdicios

Los desperdicios son ocasionados por diferentes factores:

- El 24% corresponde a preforma en malas condiciones, esto se refiere a las que en sus características no cumplen con las especificaciones de peso, color y forma que el área de calidad requiere para producir.
- El 16% ajustes en el proceso: estos ajustes se producen en la máquina sopladora al momento de cambiar de presentación a soplar, son hechos por el operario manualmente, un mal ajuste puede provocar un sobrecalentamiento de horno.
- El 8% es ocasionado por cambios de molde: estos cambios se realizan al terminar de soplar una presentación y se cambia a otra. Un desajuste en la colocación del molde puede parar por completo la producción como mínimo una hora.
- El 6% es causado por las pruebas de calidad: son realizadas por el supervisor de calidad y por el operario a cargo. Las botellas que son utilizadas para estos análisis son automáticamente desechadas.
- El 5% es producido por el manejo inadecuado de la sopladora: el operario es el principal encargado de la utilización de la sopladora, el manejo inadecuado se describe como un ajuste mal realizado en las recetas de la producción, esto incluye el horno, cadencia y presión de soplado.
- El 5% son ocasionados por problemas en el codificador de botellas: el codificador de botellas es una máquina que imprime sobre ellas el código de producción y fecha de vencimiento. Cuando este se daña, toda botella que salga con el código ilegible o sin él es desechada.

2.3.2 Control del desperdicio

El desperdicio o “merma” como es llamado comúnmente en la embotelladora, es todo producto que no se puede utilizar para la producción, es un residuo o pérdida que presenta defectos y no cumple con los estándares de calidad. Para dar un buen seguimiento de los desperdicios, es necesario llevar un control de ellos a través de un registro. Este control sirve para conocer la causa del desperdicio del envase y preforma, la cantidad y el lugar donde se encontró el desperdicio. El responsable de llevar el control de desperdicios es el auxiliar de soplado, se encarga de contar manualmente cuantas botellas defectuosas han salido en cada máquina sopladora y en los silos de almacenamiento.

Figura 20. **Botellas apachadas**



Fuente: elaboración propia

En la figura anterior se observa cierta cantidad de botellas apachadas saliendo de los silos de almacenamiento.

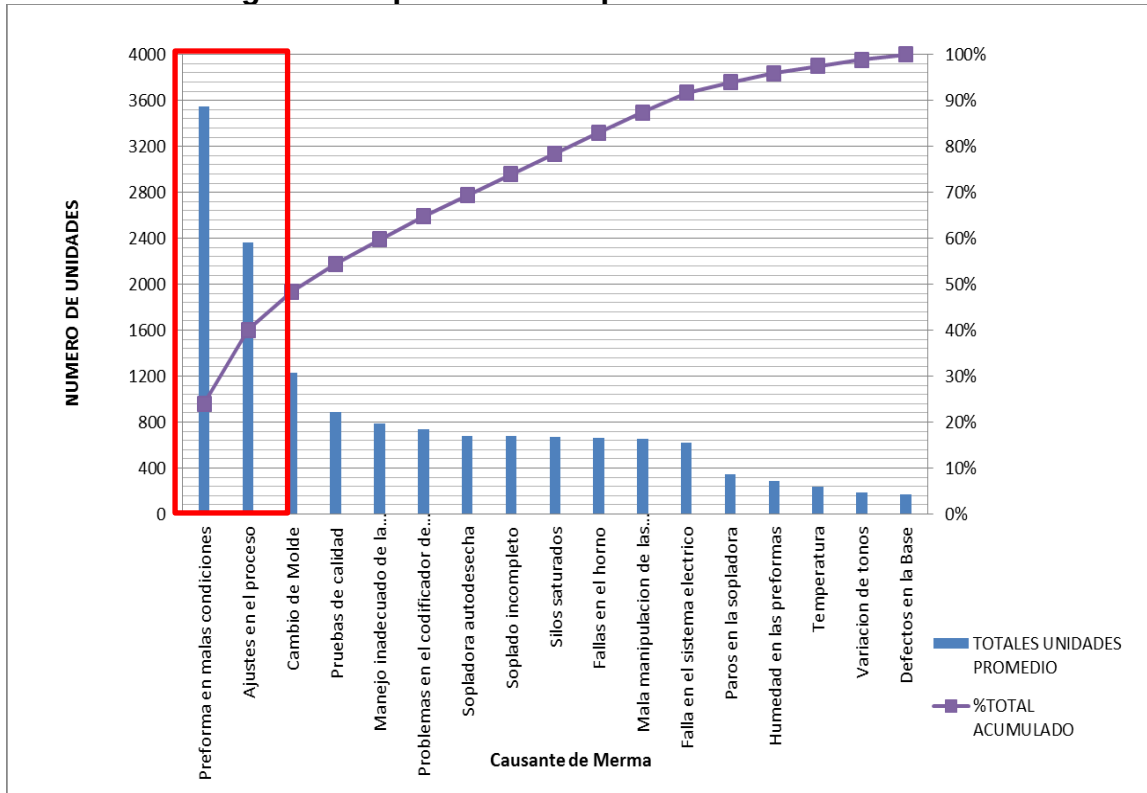
Con la información recolectada por este registro, se realizó un diagrama de Pareto, para conocer cuáles son las fallas o causas que más desperdicio provocan, la información corresponde al promedio de unidades desperdiciadas en un turno de 12 horas.

Tabla 12. Factores de desperdicio

NO.	FACTORES	TOTALES UNIDADES PROMEDIO	TOTALES ACUMULADOS	%TOTAL	%TOTAL ACUMULADO
1	Preforma en malas condiciones	3546	3546	24%	24%
2	Ajustes en el proceso	2366	5912	16%	40%
3	Cambio de Molde	1230	7142	8%	48%
4	Pruebas de calidad	890	8032	6%	54%
5	Manejo inadecuado de la sopladora	789	8821	5%	60%
6	Problemas en el codificador de botellas	734	9555	5%	65%
7	Sopladora autodesecha	678	10233	5%	69%
8	Soplado incompleto	678	10911	5%	74%
9	Silos saturados	674	11585	5%	78%
10	Fallas en el horno	663	12248	4%	83%
11	Mala manipulación de las preformas	656	12904	4%	87%
12	Falla en el sistema eléctrico	623	13527	4%	92%
13	Paros en la sopladora	350	13877	2%	94%
14	Humedad en las preformas	289	14166	2%	96%
15	Temperatura	234	14400	2%	98%
16	Variación de tonos	190	14590	1%	99%
17	Defectos en la Base	174	14764	1%	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 1. Diagrama de pareto de desperdicios



Fuente: elaboración propia

Analizando los datos obtenidos de la tabla 12 y gráfica 1, se puede visualizar que el 80% de los desperdicios son ocasionados por las preformas en malas condiciones, ajustes en el proceso, cambio de molde, pruebas de calidad, manejo inadecuado de la sopladora, problemas en el codificador de botellas, autodesechos de la sopladora, soplado incompleto y silos saturados.

2.4 Diagrama de procesos

2.4.1 Proceso

El primer proceso es la recepción de las cajas de preforma. Las cajas de las preformas de 13.6 gramos, 23,136 preformas. Las preformas de 56.7 gramos contienen en cada caja 6,552 preformas. Estas se transportan por un montacargas hacia el cuarto de almacenaje de la materia prima.

Las preformas de 13.6 gramos son las más pequeñas miden 7 centímetros de largo y se utilizan para las presentaciones de 12 onzas que es el equivalente a 355 mililitros. Por otra parte las preformas de 56.7 gramos son las más grandes miden 15 centímetros de largo y son utilizadas para las presentaciones de 3.0 a 3.3 litros, este gramaje se utiliza solamente para estas presentaciones en aguas carbonatadas o como se les conoce comúnmente “gaseosas” ya que para estas producciones con alto nivel de presión se requieren un gramaje alto para evitar cualquier tipo de derrame de jarabe o explosión. La máquina sopladora SBO 20 es la encargada de producir las botellas de 355 mililitros y la sopladora SBO 12 es productora de las botellas de 3 litros. El operador es el responsable de realizar los ajustes necesarios para que la producción sea rápida y eficiente.

El envase PET que sale de la máquina sopladora es dirigido por bandas transportadoras a los silos de almacenaje. En el área de soplado existen cuatro silos para la sopladora SBO 20 con una capacidad cada uno de 30,000 botellas. La SBO 12 cuenta con seis silos para almacenar cada uno 10,000 botellas aproximadamente. La capacidad de cada uno de estos silos varía dependiendo del tipo de presentación de la botella. Los silos guardan las botellas, hasta que las líneas de producción las necesiten para la fabricación del producto terminado.

2.4.2 Diagrama de flujo de proceso (DFP)

Figura 21. Diagrama flujo de proceso

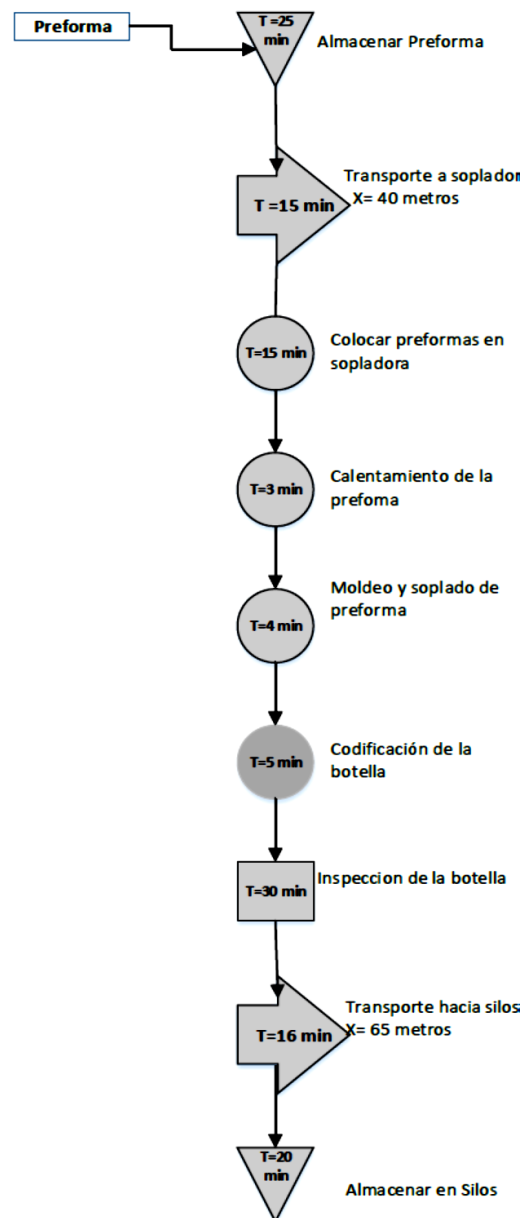
Empresa: Embotelladora de Bebidas Carbonatadas y no Carbonatadas
 Analista: Adriana María Pérez Salguero
 Proceso: Elaboración de botellas PET
 Máquina SBO 20
 Diagrama de Flujo de proceso Actual

Hoja 1/1

Tabla de Resumen

SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
●	Operación	5	27	
■	Inspección	1	30	
◻	Combinada			
➡	Transporte	2	31	54
▼	Almacenaje	2	45	
■	Demora			
Total		10	133	54

Fuente: elaboración propia



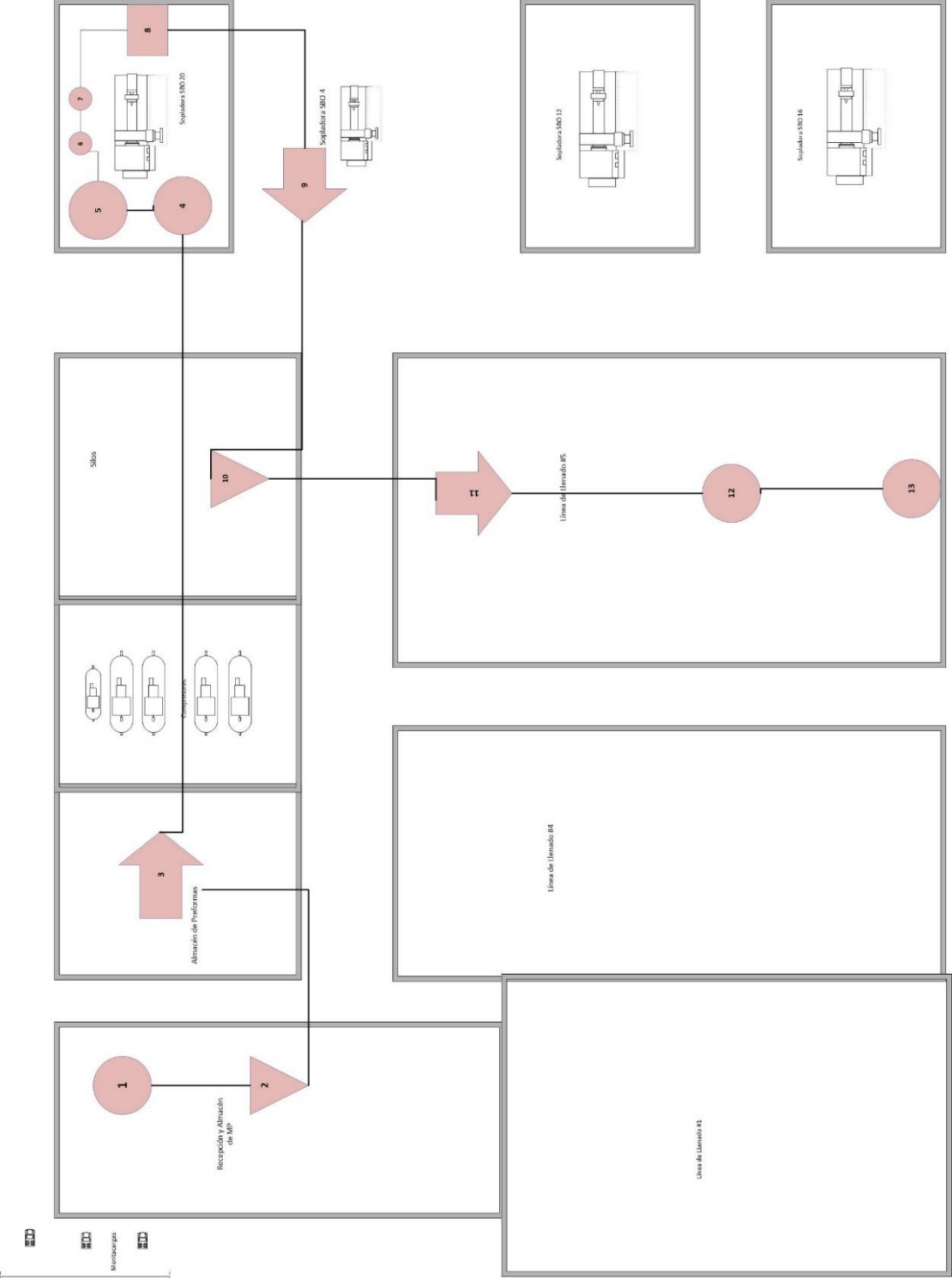
2.4.3 Diagrama de recorrido de proceso (DRP)

En el diagrama de recorrido se registran las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenajes que tienen lugar en el proceso. La ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente, y las operaciones e inspecciones se enumerarán de acuerdo con el diagrama de proceso.

El diagrama muestra el siguiente recorrido:

1. Recepción de materia prima.
2. Almacenaje de materia prima.
3. Transporte al almacén de preformas.
4. Colocación de preformas en la sopladora
5. Calentamiento de la preforma
6. Moldeo y soplado de preforma.
7. Codificación de botella.
8. Inspección de la botella.
9. Transporte hacia los silos de almacenaje.
10. Almacenaje en silos.

Figura 22. Diagrama DRP

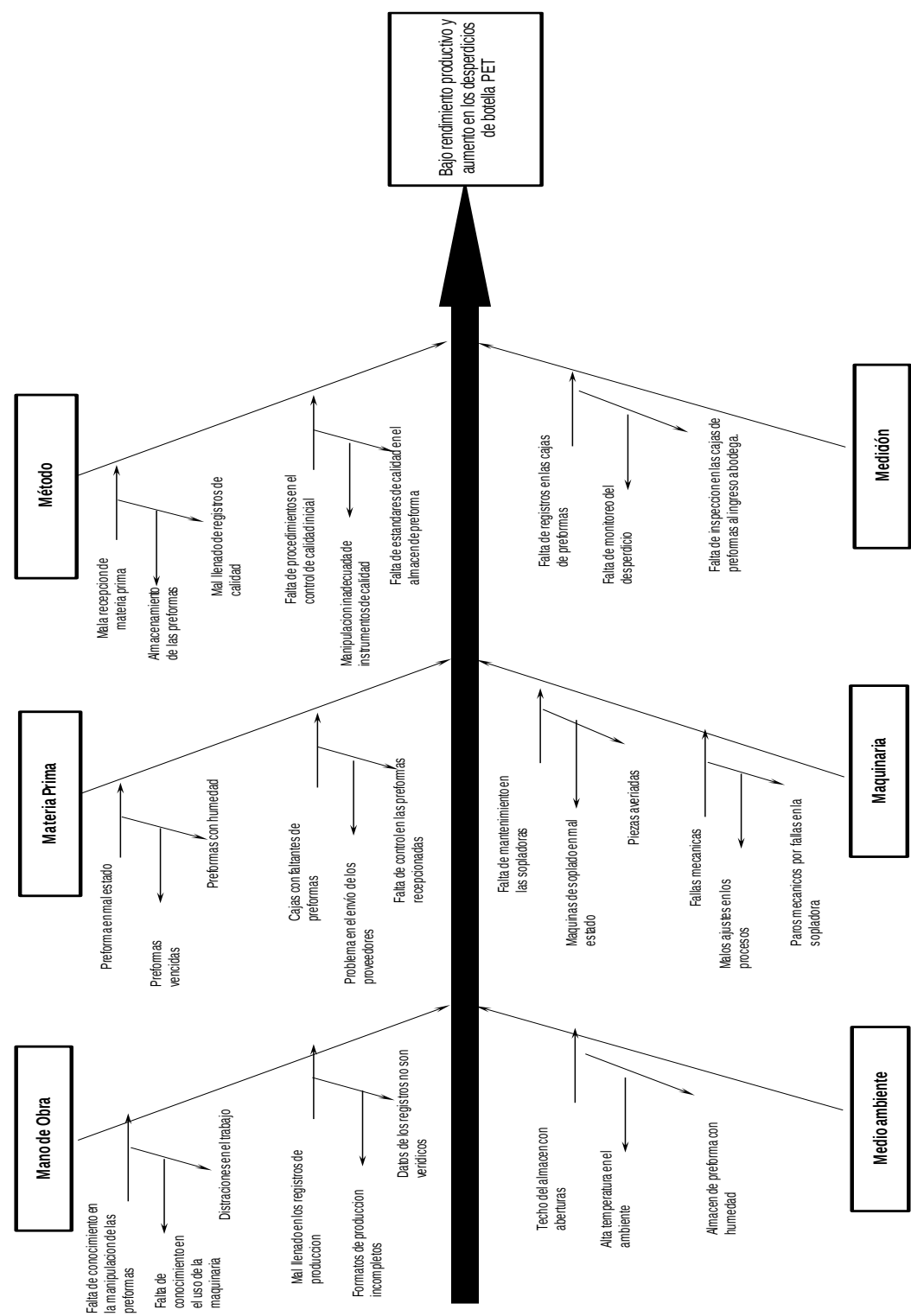


Fuente: elaboración propia

2.5 Diagrama de causa-efecto (Ishikawa)

Este diagrama es una herramienta que fue utilizada para determinar el problema y las causas que lo provocan. Después de ser recopilada la información se determinó que el principal problema es el: “Bajo rendimiento productivo y aumento en los desperdicios de botellas PET”. Con la detección de este problema se logró determinar las causas y sub-causas que lo provocan, como se observa en la figura 23. Esto ayuda a realizar un plan de acción.

Figura 23. Diagrama causa-efecto



Fuente: elaboración propia

Con el diagrama de la figura 23 se identifican seis causas principales que provocan que el área de soplado tenga un bajo rendimiento y un alto porcentaje de desperdicio, las causas principales son: la mano de obra, el medio ambiente, métodos, mediciones, materia prima y maquinaria. Para mitigar estas causas y efectos consolidados, se generó el plan de acción el cual contiene las soluciones necesarias para disminuir el impacto este se puede observar en la tabla 13.

2.5.1 Plan acción de diagrama causa-efecto

Tabla 13. Plan acción de diagrama causa-efecto

Plan de Acción				
Causa Principal	Efectos	Acciones	Justificación	Responsable
Materia Prima	Preforma en mal estado	Realizar una revisión y registro de humedad, control de fechas de vencimiento en las cajas y peso de las preformas	Esta revisión ayuda a tener un control de calidad en las preformas adquiridas. Las preformas en mal estado provocan envases inservibles.	Supervisor de Calidad
	Preforma vencida			
	Preforma con humedad			
	Falta de control en las preformas recepcionadas			
	Problema en el envío de los proveedores	Verificar que los datos de lote, cantidad, tipo y peso de las preformas coincidan con la orden de compra y la factura.	Mitigar los problemas de faltantes de preformas	Encargado de almacén de preforma
	Cajas con faltante de preformas			
Mano de Obra	Falta de conocimiento en la manipulación de preformas	Capacitar a los operadores sobre la manipulación y cuidados que debe tenerse con las preformas.	El uso adecuado de los guantes para la manipulación de las preformas es importante para evitar una contaminación.	Supervisor de Calidad
	Falta de conocimiento en el uso de la maquinaria	Realizar capacitaciones constantes con la empresa proveedora de las máquinas sopladoras.	Un mal proceso o ajuste en las máquinas puede generar grandes pérdidas de materiales.	Coordinador de mantenimiento / Proveedor
	Distracciones en el trabajo	Prohibir el uso de celulares o cualquier otro dispositivo que provoque distracciones en horario laboral	Hacer que el operario esté atento al trabajo, para evitar accidentes y pérdidas de materia prima	Jefe de Soplado
	Mal llenado de los registros de producción	Capacitar a los operadores sobre la importancia de los registros y explicar detalladamente cómo se completan	Es importante que los registros estén correctos para realizar análisis de producción, proyecciones, seguimientos, etc.	Coordinador de producción
	Formatos de producción incompletos			
	Datos de los registros no son verídicos			
Medio Ambiente	Techo del almacén con aberturas	Gestionar con gerencia para el cambio del techo. Realizar mantenimiento dos veces al mes para limpiar.	Evitar que entre agua, polvo u otra sustancia que dañe el estado de las preformas.	Operador de Silos / Auxiliar de Soplado
	Alta temperatura en el ambiente	Colocar aire acondicionado en el almacén y a los cuartos de las sopladoras.	El aire acondicionado ayudará para que la temperatura del horno no afecte el proceso de soplado, excediendo el calor.	Coordinador de producción / Coordinador de Mantenimiento
	Almacén de preforma con humedad	Colocar deshumidificador en el almacén, para eliminar la humedad que puede afectar las preformas	La humedad hace que las preformas pierdan sus propiedades y no puedan utilizarse en el proceso.	Coordinador de producción / Coordinador de Mantenimiento
Maquinaria	Falta de mantenimiento en las sopladoras	Programar mantenimientos preventivos una vez por semana, realizar capacitaciones a los mecánicos sobre ajustes y reparaciones.	Esto ayudará a evitar problemas mecánicos en las máquinas durante el proceso	Coordinador de mantenimiento
	Máquinas de soplado en mal estado			
	Piezas averiadas			
	Fallas mecánicas			
	Malos ajustes en los procesos			
	Paros mecánicos por fallas en la sopladora			

Continuación tabla 13.

Método	Mala recepción de materia prima	Estandarizar nuevos metodos que pertenezcan al area de calidad para realizar inspecciones que aseguren la mejora continuo, evitando así producto no conforme.	Minimizar la cantidad del desperdicio por procedimientos mal hechos.	Supervisor de Calidad
	Mal almacenamiento de preforma			
	Mal llenado de los registros de calidad			
	Falta de procedimiento en el control de calidad inicial			
	Manipulacion inadecuada de los instrumentos de calidad			
	Falta de estandares de calidad en el almacen de preformas			
Medición	Falta de registros en las cajas de preformas	Crear registros utilizados que contribuyan a las mediciones de pesos de preformas, características de calidad y de producción.	Mejorará el control de los procedimientos que se realicen en el área de soplado.	Supervisor de Calidad / Coordinador de producción
	Falta de monitoreo en el desperdicio			
	Falta de inspeccion en las cajas de preformas al ingreso a bodega.			

Fuente: elaboración propia

2.6 Paros mecánicos

Una de las causas del desperdicio de preforma y botellas, son los paros repentinos en las sopladoras, y este puede ocasionarse por diferentes motivos. Al momento de existir un paro en la producción las sopladoras automáticamente dejan de soplar y desechan la preforma y/o botella. En la figura 24 se observa una preforma que fue estirada pero al registrarse un paro mecánico esta fue desechada.

Figura 24. **Preforma con defecto**



Fuente: elaboración propia

En el consolidado de los registros de producción se identificaron ciento cincuenta y un paros en el mes, estos pueden ser ocasionados por diferentes factores:

- Factor Externo
 - Paro por cuentas de producción de cliente
- Planificación de Producción
 - Arranque de máquina
- Ajustes
 - Ajuste al riel de carga
 - Ajuste por botella mal formada (fondo, cuello o cuerpo)
 - Ajuste por botellas blancas (cristalizadas)
 - Ajuste por punto de inyección corrido
 - Falla en la rueda de entrada
 - Falla en la rueda de salida
 - Fondo demasiado grueso
 - Paro por espera de pruebas de calidad
- Obstrucciones
 - Obstrucción de envases en el transportador
 - Obstrucción en riel de alimentación
- Cambio de Molde
 - Cambio de molde programado
- Falla Mecánica o Eléctrica
 - Falla en estirado
 - Falla en horno
 - Falla en pinzas de transmisión de preformas
 - Falla en sistema neumático
 - Falla por desalineamiento de bandas (Transportadores de Botellas)
 - Falla por problemas en los moldes
 - Falla por quiebre de banda (Transportadores de Botellas)

- Falla por ruptura de rodillo (Transportadores de Botellas)
- Fallo en el PLC (Sidel)

Tabla 14. Paros mecánicos

Descripción de Paros	SBO 04	SBO 12	SBO 16	SBO 20	Total general
Ajuste al riel de carga		9	1		10
Ajuste por botella mal formada (fondo, cuello o cuerpo)	2	3		15	20
Ajuste por botellas Blancas (cristalizadas)	2	4	2		8
Ajuste por punto de inyección corrido		1			1
Arranque de Máquina				2	2
Atorón de Envases en el Transportador				1	1
Atorón en Riel de alimentación				3	3
Cambio de molde programado	3	3	9	15	30
Falla en estirado				2	2
Falla en Horno				3	3
Falla en la rueda de entrada	1			1	2
Falla en la rueda de Salida	1		1	6	8
Falla en pinzas de transmisión de preformas	1			2	3
Falla en Sistema Neumatico		1	1	5	7
Falla por desalineamiento de bandas (Transportadores de Botellas)				1	1
Falla por problemas en los moldes	2	1	2	2	7
Falla por quiebre de banda (Transportadores de Botellas)				1	1
Falla por ruptura de rodillo (Transportadores de Botellas)				1	1
Fallo en el PLC (Sidel)				1	1
Fondo demasiado grueso	1				1
Paro por cuentas de producción de cliente	1	3	9	12	25
Paro por espera de pruebas de calidad			1		1
Paro por problema en los chiller				10	10
Paro por problema en los compresores		3			3
Total general	14	28	26	83	151

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. Paros mecánicos



2.7 Análisis Estadístico

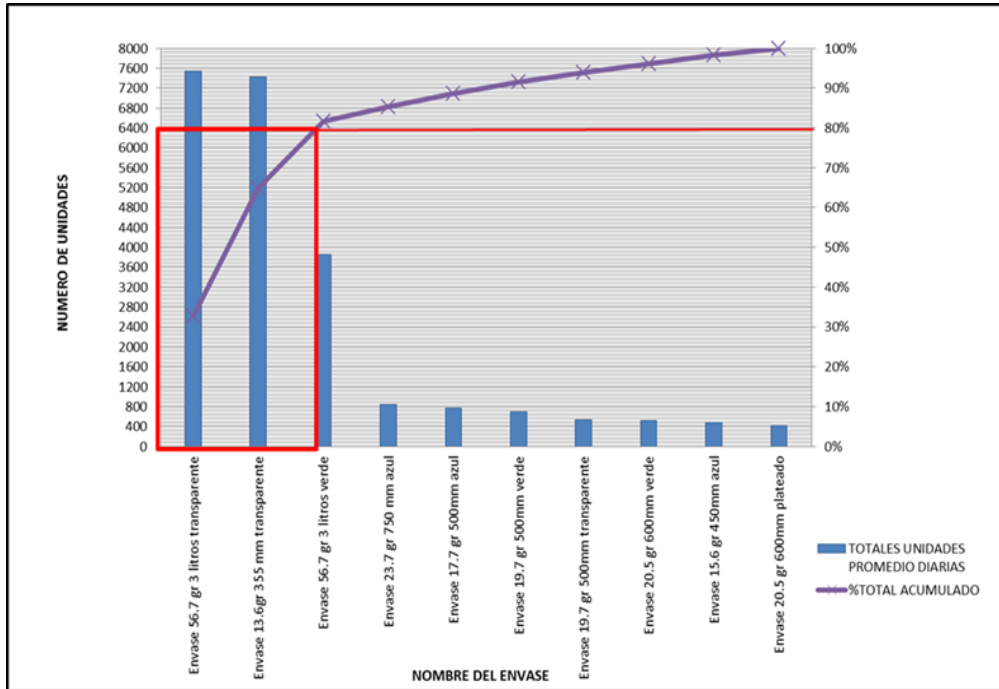
Para conocer y solucionar los problemas se realizó una investigación previa, según los datos mostrados en los registros de producción, se observa cuáles son las presentaciones de botellas que más desperdicios generan en un día de producción. Tal como se muestra en la figura 25.

Figura 25. Desperdicios de botellas 80/20

NO.	BOTELLAS	TOTALES UNIDADES PROMEDIO DIARIAS	TOTALES ACUMULADOS	%TOTAL	%TOTAL ACUMULADO
1	Envase 56.7 gr 3 litros transparente	7545	7545	33%	33%
2	Envase 13.6gr 355 mm transparente	7423	14968	32%	65%
3	Envase 56.7 gr 3 litros verde	3855	18823	17%	82%
4	Envase 23.7 gr 750 mm azul	845	19668	4%	85%
5	Envase 17.7 gr 500mm azul	765	20433	3%	89%
6	Envase 19.7 gr 500mm verde	692	21125	3%	92%
7	Envase 19.7 gr 500mm transparente	534	21659	2%	94%
8	Envase 20.5 gr 600mm verde	523	22182	2%	96%
9	Envase 15.6 gr 450mm azul	478	22660	2%	98%
10	Envase 20.5 gr 600mm plateado	413	23073	2%	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 3. Diagrama de pareto desperdicios de botella



Fuente: elaboración propia

En la gráfica anterior se muestra, dentro del rectángulo, las presentaciones que más desperdicio generan. Se realizó un diagrama de Pareto para identificar que envases representan el 80% del desperdicio

2.8 Indicadores de la producción

En el área de soplado la producción se mide mensualmente a través de indicadores que reflejan el cumplimiento de la producción real versus la proyectada. A continuación se muestran los datos recopilados para calcular los indicadores. Estos indicadores se calcularon para cada una de las preformas que generan más del 80% del desperdicio en la producción como se muestra en la gráfica 3, botella de 3 litros (56.7 gramos) y botella de 12 onzas (13.6 gramos).

- Efectividad: es un indicador que mide el aprovechamiento de la producción real entre la producción estimada o programada, los datos utilizados para este indicador son mensuales:

$$\text{Efectividad} = \frac{\text{Produccion total}}{\text{Produccion Programada}} * 100$$

$$\text{Efectividad (3litros)} = \frac{2,990,100}{3,100,600} * 100 = 96.4\%$$

$$\text{Efectividad (12onzas)} = \frac{3,062,800}{3,110,200} * 100 = 98.5\%$$

Este indicador contribuye a conocer que la efectividad de la producción de la botella de tres litros es igual a un 96.4% y la botella de 12 onzas es de un 98.5%.

- Porcentaje de desperdicio: se calcula para las botellas de tres litros y de 12 onzas, con los desperdicios y la producción de cuatro semanas, este indicador se obtiene con los siguientes datos:

$$\% \text{ Desperdicio} = \frac{\text{Cantidad de desperdicio total}}{\text{Produccion total}} * 100$$

$$\% \text{ Desperdicio(3litros)}_{\text{Semana1}} = \frac{51,520}{780,800} * 100 = 6.6\%$$

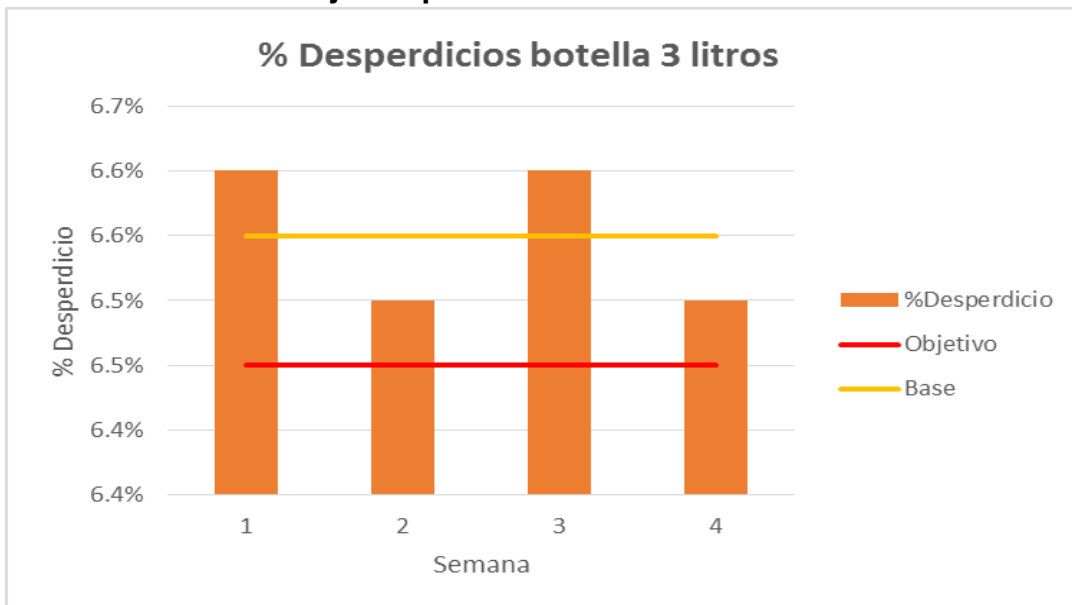
$$\% \text{ Desperdicio(3litros)}_{\text{Semana2}} = \frac{50,750}{775,900} * 100 = 6.5\%$$

$$\% \text{ Desperdicio(3litros)}_{\text{Semana3}} = \frac{51,570}{780,210} * 100 = 6.6\%$$

$$\% \text{ Desperdicio(3litros)}_{\text{Semana4}} = \frac{50,780}{783,112} * 100 = 6.5\%$$

Con los cálculos obtenidos del porcentaje de desperdicios se realizará la siguiente gráfica:

Gráfica 4. **Porcentaje desperdicio botella 3 litros**



Fuente: elaboración propia

La gráfica 4 se observa un incremento en el porcentaje de desperdicio en la primera y tercera semana, con un promedio semanal de 6.55% de desperdicio, esto es ocasionado por problemas de ajustes en moldes y fallas eléctricas, el objetivo es reducir el porcentaje de desperdicio a 6.45%. Para la presentación de doce onzas también se realizaron los mismos cálculos:

$$\% \text{ Desperdicio}(12\text{onzas})_{\text{Semana1}} = \frac{51,650}{795,600} * 100 = 6.5\%$$

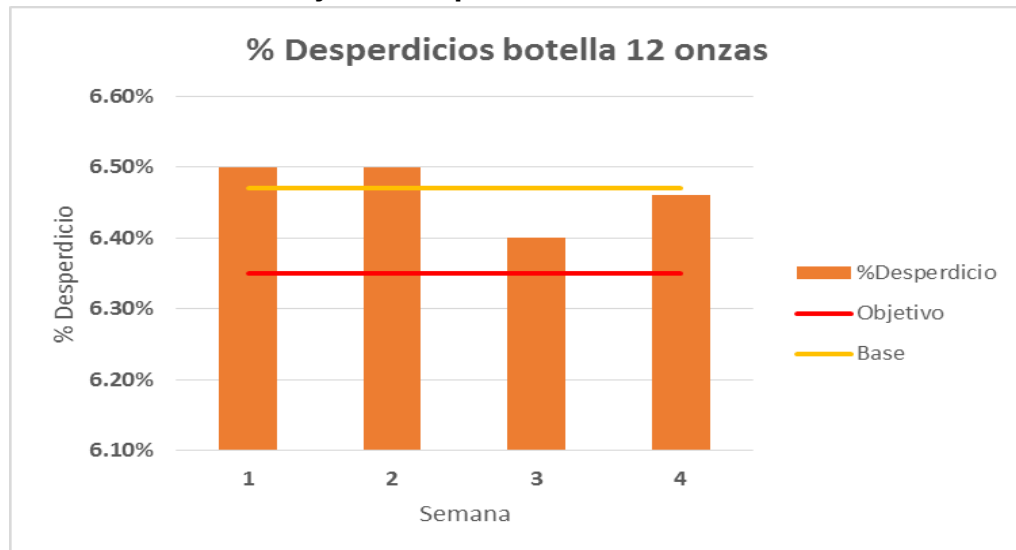
$$\% \text{ Desperdicio}(12\text{onzas})_{\text{Semana2}} = \frac{51,210}{790,250} * 100 = 6.5\%$$

$$\% \text{ Desperdicio}(12\text{onzas})_{\text{Semana3}} = \frac{50,315}{791,355} * 100 = 6.4\%$$

$$\% \text{ Desperdicio}(12\text{onzas})_{\text{Semana4}} = \frac{51,215}{792,560} * 100 = 6.5\%$$

Con los cálculos obtenidos del porcentaje de desperdicios se realizará la siguiente gráfica:

Gráfica 5. **Porcentaje de desperdicio botella 12 onzas**



Fuente: elaboración propia

La gráfica 5 muestra en la semana 3 un decrecimiento en el porcentaje de desperdicios, pero en la semana 4 este vuelve a incrementar por lo tanto es un tema a mejorar teniendo como objetivo reducir el desperdicio a un 6.35%

Por medio del diagrama de pareto utilizado, se determinó que el 80% de los desperdicios son ocasionados por las preformas en malas condiciones, ajustes en el proceso, cambio de molde, pruebas de calidad, manejo inadecuado de la sopladora, problemas en el codificador de botellas, autodesechos de la sopladora, soplado incompleto y silos saturados. Además, con el diagrama de causa-efecto se identificaron seis causas principales que provocan que el área de soplado tenga un bajo rendimiento y un alto porcentaje de desperdicio las cuales son: la mano de obra, el medio ambiente, métodos, mediciones, materia prima y maquinaria.

CAPITULO III

FASE DE PROPUESTA

En el capítulo dos se realizaron los diagnósticos e investigaciones necesarias para conocer a fondo las deficiencias con las que cuenta el proceso de producción en el área de soplado, principalmente en el almacén de preformas. Ya que este carece de un registro previo y de evaluación. A través de los distintos análisis realizados por medio de los diagramas, cálculos y otros métodos utilizados, se determinaron los problemas que son causantes de desperdicio, justificando así esta propuesta que ayuda a la solución de los mismos, así como también evita que los daños a largo plazo sean mayores. Para efectos de informe la propuesta se trabajará en dos partes que serán: el área de almacén y recepción de materia prima y el área de producción de soplado.

3.1 Almacén de materia prima

3.1.1 Registro de recepción de preformas

Este registro ayuda como sistema de control que analiza las preformas que están ingresando al almacén. El encargado de llenar este registro es el analista de calidad junto al operador del almacén.

Las características que se deben evaluar son:

- Documentación: consiste en establecer la relación entre las facturas y la orden de compra de la embotelladora, verificar la cantidad y estado de la caja que contiene las preformas.

- Etiqueta de la caja: se corrobora la etiqueta en las cajas, número de lote, presentación y fecha de vencimiento. Esta etiqueta debe estar clara y legible.
- Fecha de entrada al almacén: se anotará la fecha y hora que se está recibiendo en el almacén.
- Condiciones de la preforma: se debe realizar un análisis visual de 10 preformas por cada caja, si existe cualquier anomalía, la caja debe ser retirada y analizada completamente por el departamento de calidad. Las características a inspeccionar son:
 - Rosca o corona de la preforma: es la parte superior de la preforma donde se coloca la tapa, si ésta se encuentra quebrada o con alguna malformación debe ser retirada de inmediato, para evitar problemas con las tapas en las líneas de llenado.
 - Punto de inyección: el punto de inyección es el que se localiza en la parte inferior de la preforma, es la parte con más material acumulado. Si este punto no se encuentra en el centro la preforma está mal fabricada, por lo cual se considera un desperdicio.
 - Aperlado: Es una consecuencia que causa en las preformas partes de color blanco brillante, esto debido a que en su fabricación estuvo sometida ya sea a insuficiente o excesivo calor. En la figura se observa preforma aperlada.

Figura 26. **Preforma aperlada**



Fuente: elaboración propia

3.1.2 Peso de cajas

El peso de las cajas sirve para conocer si la caja trae la cantidad de preformas que dice la etiqueta. Por lo que se hizo una tabla con las presentaciones y el peso por caja que debe tener. El responsable de pesar las cajas es el operador de almacén y el auxiliar de soplado.

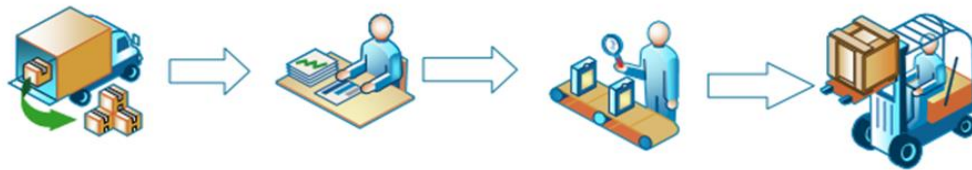
Tabla 15. **Peso de caías**

GRAMAJE DE PREFORMA	CANTIDAD	PESO (kg)	± Tolerancia (kg)
Preforma 13.6grs.	23,136	326.55	0.23
Preforma 15.6grs.	23,136	372.82	0.23
Preforma 17.7grs.	18,864	345.79	0.19
Preforma 19.7grs.	15,984	326.78	0.16
Preforma 20.5 grs.	18,912	399.60	0.19
Preforma 23.7 grs.	15,984	390.72	0.16
Preforma 26.7 grs.	15,984	438.67	0.16
Preforma 35.6grs.	9,600	353.66	0.10
Preforma 35.2grs.	10,080	366.72	0.10
Preforma 42.6 grs.	9,576	419.84	0.19
Preforma 46.6grs.	8,136	391.04	0.16
Preforma 56.7grs.	6,552	383.40	0.13
Preforma 37.5grs.	9,072	352.10	0.18
Preforma 108 grs.	5,000	551.90	0.15
Preforma 123.5 grs.	3,520	446.62	0.11

Fuente: elaboración propia

La tabla 15 ayudará a una mejor exactitud en el pesaje de las cajas. Cada una presenta la tolerancia permitida de más menos para aceptar la caja. Si la caja pesa menos de los establecido en la tabla, eso quiere decir que contiene menos preformas que lo que indica el proveedor.

Figura 27. **Proceso en recepción**



Fuente: elaboración propia

Luego de pesarlas éstas son guardadas en el almacén, por orden de la fecha en que ingresaron, esto es porque las preformas tienen un plazo de vencimiento de seis meses, por lo tanto al trasladarlas a las maquinas sopladoras se utilizará el método “primero en entrar primero en salir”, también conocido como PEPS. El realizar las mediciones e inspecciones en las cajas debe ayudar a disminuir el faltante de preforma y a generar un gráfico de control ideal y no con zigzag.

3.2 Área de proceso soplado

3.2.1 Muestreo

Para solucionar el problema de desperdicio en los envases, se realizó un muestreo en los lotes de presentaciones de preformas que forman parte del 80% del diagrama de pareto de la gráfica 3. Se efectuó un muestreo de aceptación con la finalidad de aprobar o rechazar el lote si no cumple con los estándares de calidad. Para dicho estudio se utiliza la norma MIL-STD-105E. Para empezar a

utilizar este plan de muestreo se establece el nivel de calidad aceptable (AQL) el cual será de 1%. El tamaño del lote se representa (N), el tamaño de la muestra (n), el número de aceptación (c) y el número de rechazo es (r). La empresa utiliza inspección normal (II).

Figura 28. MIL-STD-105D

MIL STD 105D																							
TABLE I				TABLE II-A																			
Sample size code letters				Single sampling plans for normal inspection (Master table)																			
Lot or batch size	General inspection levels			Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																	
	I	Level Normally Used II	III			0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25
						Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
2 to 8	A	A	B	A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2		
9 to 15	A	B	C	B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
16 to 25	B	C	D	C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
26 to 50	C	D	E	D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
51 to 90	C	E	F	E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
91 to 150	D	F	G	F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
151 to 280	E	G	H	G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
281 to 500	F	H	J	H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
501 to 1200	G	J	K	J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
1201 to 3200	H	K	L	K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
3201 to 10000	J	L	M	L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
10001 to 35000	K	M	N	M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
35001 to 150000	L	N	P	N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
150001 to 500000	M	P	Q	P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
500001 and over	N	Q	R	Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		
				R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4		

Fuente: técnicas estadísticas de control de calidad en la industria gráfica (2014).

Envase 56.7 gramos, 3 litros transparente: se considera un AQL de 1% y N es igual a 6552 preformas. Con esta información se busca determinar el tamaño de la muestra (n) y el número de aceptación (c) y rechazo (r). En la figura 28 en la columna "Sample size code letters" se ubica la cantidad de 6,552 y en las columnas de niveles generales se utiliza "II" porque la empresa usa inspección normal, la letra es "L". Luego esta letra se localiza en el lado derecho de la figura 28 y da como resultado que el tamaño de la muestra (n) será 200. Con un nivel de calidad aceptable del 1% el nivel de aceptación es (c)= 5 preformas y el número de rechazo es (r)=6.

Estos mismos procedimientos se realizan para la siguiente presentación que se encuentran en el pareto. Para el envase 13.6 gramos 355 mililitros transparente: se considera un AQL de 1% y N es igual 23136 preformas, una c de 7 con r igual a 8.

Con eso finalizamos el procedimiento de la norma de muestreo, y con los datos recopilados se conocen los tamaños de las muestras y los niveles de aceptación y rechazo que tiene cada presentación de preforma.

3.3 Gráficos de control

Un gráfico de control es una herramienta utilizada para distinguir las variaciones debidas a causas especiales a partir de las variaciones aleatorias inherentes al proceso. Las variaciones aleatorias se repiten casualmente dentro de los límites predecibles. Las variaciones debidas a causas especiales indican que es necesario identificar, investigar y poner bajo control algunos factores que afectan al proceso Calidad y ADR (2017).

Para una producción eficiente de botellas PET, es importante que las preformas tengan las especificaciones necesarias su peso adecuado, preformas sin humedad y sin ninguna malformación. Si el gramaje en una preforma es menor a lo establecido el envase al pasar a las líneas de producción y es llenado con la bebida carbonatada éste puede llegar a explotar. La gráfica de calidad ayuda a mejorar el control del proceso, decidir cuándo hacerle ajustes e investigar las causas que provocan una calidad inaceptable. La característica de calidad utilizada para el gráfico de control es el peso en gramos de la preforma, y se realizará para las preformas con más desperdicio registrado en la gráfica 3.

En el inciso 3.2.1 por medio de la norma MIL-STD-105E se establece el tamaño de muestra por cada una de las presentaciones. Para las preformas de 56.7 gramos una muestra de 200 y para las otras una muestra de 315 preformas. Las preformas de 56.7 gramos vienen en lotes de 6,552 unidades y las preformas de 13.6 gramos en lotes de 23,136 unidades. El peso de las preformas varía por diferentes factores desde la temperatura a la que fue expuesta hasta la resina con la que fue fabricada.

- Preforma 56.7 gramos: se utiliza la muestra de 200 unidades, un subgrupo racional de 20, con un total de dos subgrupos diarios durante 5 días, que hace un total de 10 sub grupos. Las líneas centrales se obtienen de las siguientes fórmulas:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{R}_i}{g}$$

Donde:

$\bar{\bar{X}}$ = Promedio de los promedios del sub grupo

$\bar{X}_i$ = Promedio del subgrupo i

g = Cantidad de subgrupos

$\bar{R}$ = Promedio de los rangos de los subgrupos

R_i = Rango del subgrupo i

Las fórmulas para calcular los límites de control son:

UCL es el límite de control superior

LCL es el límite de control inferior

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad LCL_R = D_3 \bar{R}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{R}_i}{g}$$

Según la tabla 16 la sumatoria de X promedio del peso es igual a 1132.35 gramos, la de rango (R) que es la diferencia entre el peso mayor y el peso menor es de 2.36 y g es el número de subgrupos que es igual a 20.

Tabla 16. **Medición preforma 56.7 gramos**

NUMERO DE SUB GRUPO	MEDICIONES										PROMEDIO X	RANGOS R
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10		
1	56.70	56.69	56.69	56.61	56.61	56.61	56.68	56.68	56.54	56.54	56.64	0.16
2	56.70	56.70	56.65	56.65	56.62	56.62	56.68	56.64	56.64	56.64	56.65	0.08
3	56.58	56.58	56.58	56.58	56.58	56.58	56.63	56.63	56.63	56.63	56.60	0.05
4	56.58	56.57	56.57	56.57	56.61	56.61	56.61	56.57	56.63	56.63	56.60	0.06
5	56.58	56.58	56.57	56.57	56.57	56.57	56.57	56.57	56.62	56.62	56.58	0.05
6	56.58	56.58	56.62	56.62	56.62	56.57	56.57	56.57	56.62	56.62	56.60	0.05
7	56.64	56.64	56.64	56.62	56.67	56.67	56.67	56.62	56.62	56.75	56.65	0.13
8	56.64	56.58	56.58	56.58	56.58	56.58	56.62	56.62	56.62	56.66	56.61	0.08
9	56.60	56.66	56.66	56.66	56.66	56.66	56.60	56.66	56.66	56.66	56.65	0.06
10	56.57	56.68	56.57	56.57	56.57	56.57	56.60	56.68	56.68	56.68	56.62	0.11
11	56.57	56.68	56.68	56.68	56.65	56.55	56.60	56.55	56.77	56.68	56.64	0.20
12	56.57	56.64	56.64	56.64	56.75	56.55	56.55	56.55	56.64	56.64	56.62	0.20
13	56.64	56.64	56.64	56.64	56.55	56.55	56.55	56.55	56.64	56.75	56.62	0.20
14	56.64	56.64	56.64	56.64	56.55	56.66	56.55	56.55	56.64	56.64	56.62	0.11
15	56.72	56.60	56.60	56.60	56.55	56.63	56.55	56.55	56.72	56.72	56.62	0.17
16	56.72	56.72	56.63	56.63	56.63	56.63	56.59	56.63	56.62	56.62	56.64	0.13
17	56.56	56.65	56.65	56.65	56.60	56.60	56.60	56.77	56.56	56.56	56.62	0.20
18	56.63	56.63	56.63	56.63	56.63	56.56	56.62	56.62	56.62	56.43	56.60	0.20
19	56.63	56.63	56.63	56.63	56.63	56.63	56.63	56.58	56.58	56.58	56.62	0.05
20	56.56	56.56	56.61	56.61	56.56	56.63	56.63	56.56	56.56	56.56	56.58	0.07
SUMA											1132.35	2.36

Fuente: elaboración propia

Realizando los cálculos en las formulas las líneas centrales son:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1132.36}{20} \quad \bar{R} = \frac{2.36}{20}$$

$$\bar{\bar{X}} = 56.62g \quad \bar{R} = 0.12$$

Los valores de los factores correspondientes a un subgrupo racional de tamaño 10 son $A_2= 0.308$ $D_4= 1.777$ y $D_3= 0.223$. Los límites de control de intento de la gráfica $\bar{X}$ son:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$UCL_{\bar{X}} = 56.58 + (0.308)(0.12)$$

$$UCL_{\bar{X}} = 56.65 g$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} ; LCL_{\bar{x}} = 56.58 - (0.308)(0.12)$$

$$LCL_{\bar{x}} = 56.58 \text{ g}$$

Los límites de control de intento de la gráfica R son:

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$UCL_R = (1.777)(0.12)$$

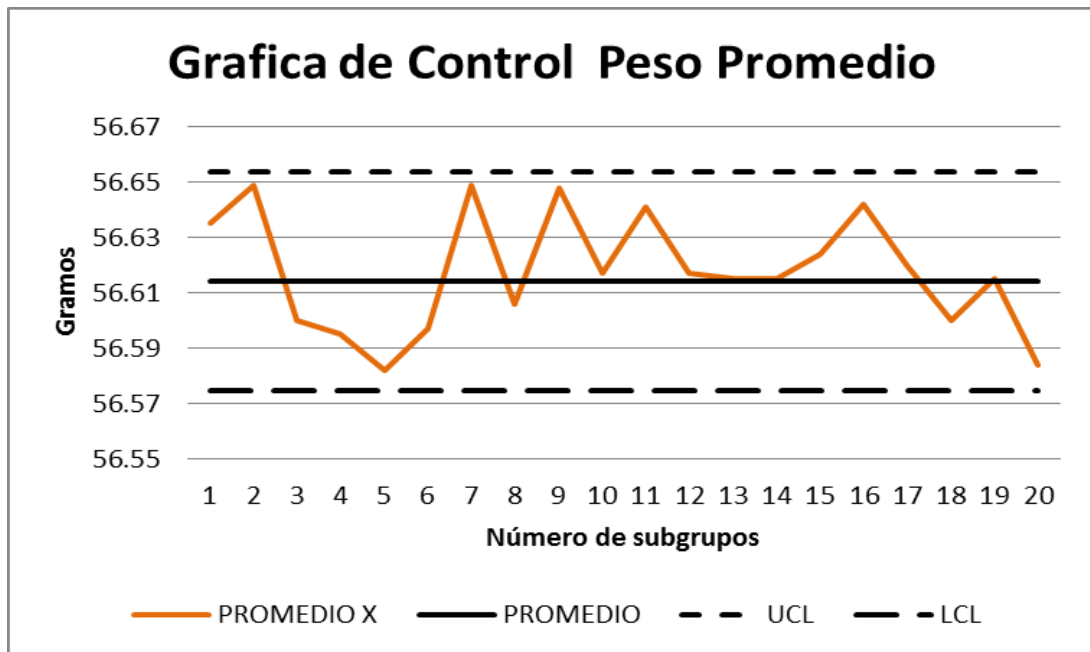
$$UCL_R = 0.21 \text{ g}$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

$$LCL_R = (0.223)(0.12)$$

$$LCL_R = 0.026 \text{ g}$$

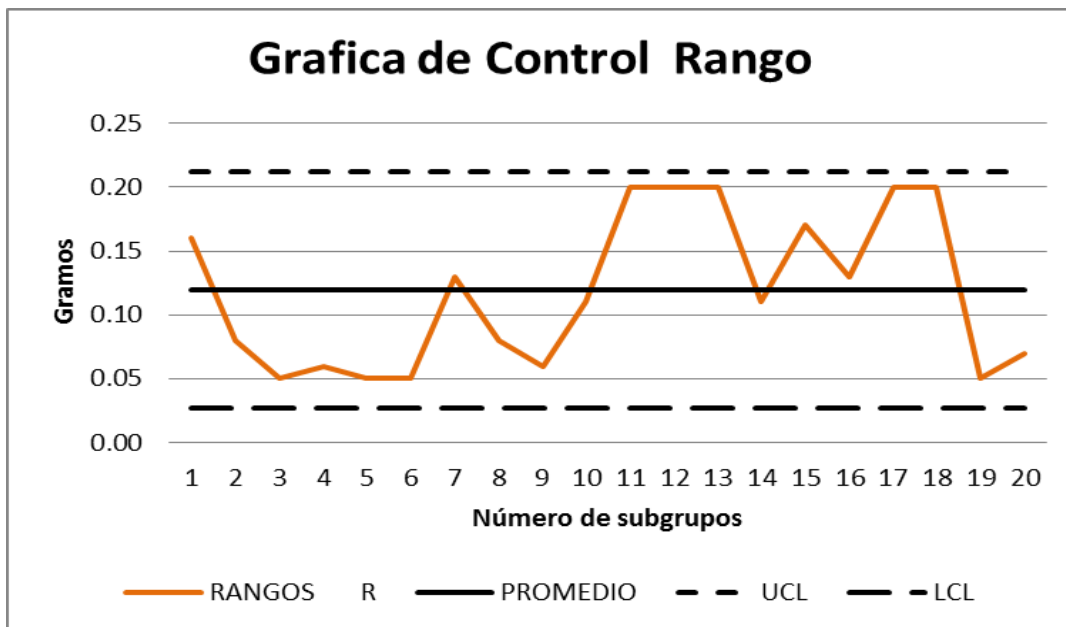
Gráfica 6. **Peso promedio preforma 56.7 gramos**



Fuente: elaboración propia

Analizando la gráfica 6, se concluye que el comportamiento es de desplazamiento en el cual los puntos caen consecutivamente en un solo lado de la línea central, no tiene un comportamiento de tendencia porque en la serie de puntos no se observa un aumento o decrecimiento de forma evidente.

Gráfica 7. Control de rango preforma 56.7 gramos



Fuente: elaboración propia

Se analiza la gráfica 7 de rango y se observa que todos sus puntos están bajo control, su comportamiento es de desplazamiento en el cual los puntos caen consecutivamente en un solo lado de la línea central.

- Preforma 13.6 gramos: se utiliza la muestra, según la tabla 16, de 315 unidades, un subgrupo racional de quince, con un total de 21 subgrupos.

Las líneas centrales se obtienen de las siguientes fórmulas:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{R}_i}{g}$$

La sumatoria de X promedio es igual a 285.59, la de rango (R) es 0.72 y g es el número de subgrupos que es igual a 21.

Realizando los cálculos en las formulas las líneas centrales:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{285.59}{21} \quad \bar{R} = \frac{0.72}{21}$$

$$\bar{\bar{X}} = 13.60\text{g} \quad \bar{R} = 0.034\text{g}$$

Tabla 17. Mediciones preforma 13.6 gramos

NUMERO DE SUB GRUPO	MEDICIONES															PROMEDIO X	RANGOS R
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15		
1	13.60	13.60	13.62	13.62	13.62	13.61	13.61	13.59	13.59	13.59	13.59	13.59	13.60	13.60	13.60	13.60	0.03
2	13.60	13.60	13.62	13.62	13.62	13.61	13.57	13.57	13.57	13.57	13.57	13.58	13.60	13.60	13.60	13.59	0.05
3	13.60	13.60	13.62	13.62	13.62	13.58	13.57	13.57	13.57	13.57	13.57	13.60	13.60	13.60	13.60	13.59	0.05
4	13.61	13.61	13.62	13.62	13.62	13.58	13.58	13.61	13.58	13.58	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.60	0.04
5	13.61	13.61	13.58	13.58	13.58	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.61	13.61	13.61	13.60	0.03
6	13.61	13.61	13.62	13.62	13.62	13.58	13.58	13.61	13.58	13.58	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.60	0.04
7	13.60	13.58	13.62	13.62	13.62	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.60	13.60	13.60	13.60	13.61	13.60	0.04
8	13.60	13.60	13.62	13.58	13.62	13.61	13.61	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.58	13.58	13.61	13.60	0.04
9	13.62	13.60	13.62	13.58	13.62	13.61	13.61	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.58	13.58	13.58	13.60	0.04
10	13.59	13.60	13.62	13.62	13.62	13.61	13.61	13.59	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.59	0.04
11	13.59	13.61	13.62	13.62	13.62	13.61	13.61	13.59	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.60	0.04
12	13.59	13.61	13.62	13.62	13.62	13.58	13.58	13.58	13.59	13.61	13.61	13.61	13.61	13.58	13.58	13.60	0.04
13	13.59	13.61	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.61	13.61	13.61	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	0.02
14	13.62	13.61	13.59	13.59	13.59	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	0.03
15	13.62	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.59	13.59	13.59	13.59	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	0.03
16	13.62	13.61	13.61	13.61	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.58	13.58	13.58	13.60	0.02
17	13.61	13.60	13.62	13.62	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	0.02
18	13.61	13.60	13.58	13.58	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.61	13.61	13.61	13.60	0.03
19	13.61	13.60	13.60	13.60	13.60	13.62	13.57	13.59	13.59	13.59	13.61	13.61	13.61	13.62	13.62	13.60	0.05
20	13.60	13.60	13.62	13.62	13.62	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.58	13.62	13.60	0.04
21	13.60	13.59	13.59	13.59	13.59	13.61	13.61	13.61	13.61	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	13.60	0.02
SUMA																285.59	0.72

Fuente: elaboración propia

Los valores de los factores son $A_2 = 0.223$ $D_4 = 1.653$ y $D_3 = 0.347$. Los límites de control de intento de la gráfica $\bar{X}$ son:

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$UCL_{\bar{x}} = 13.60 + (0.223)(0.034)$$

$$UCL_{\bar{x}} = 13.61 \text{ g}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$LCL_{\bar{x}} = 13.60 - (0.223)(0.034)$$

$$LCL_{\bar{x}} = 13.59 \text{ g}$$

Los límites de control de intento de la gráfica R son:

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$UCL_R = (1.653)(0.034)$$

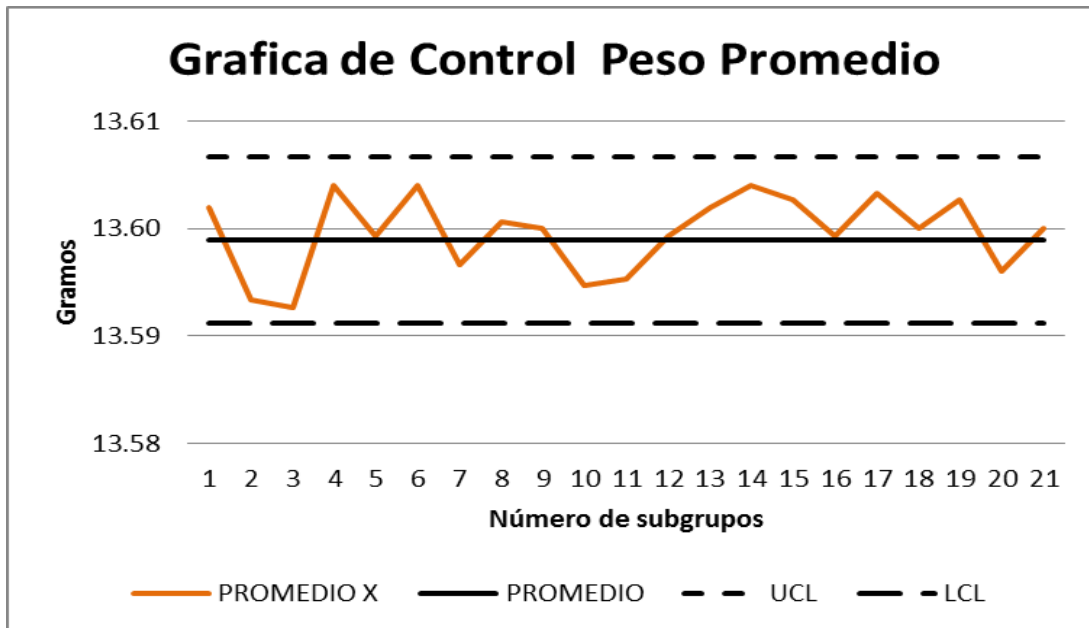
$$UCL_R = 0.06 \text{ g}$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

$$UCL_R = (0.347)(0.034)$$

$$UCL_R = 0.012 \text{ g}$$

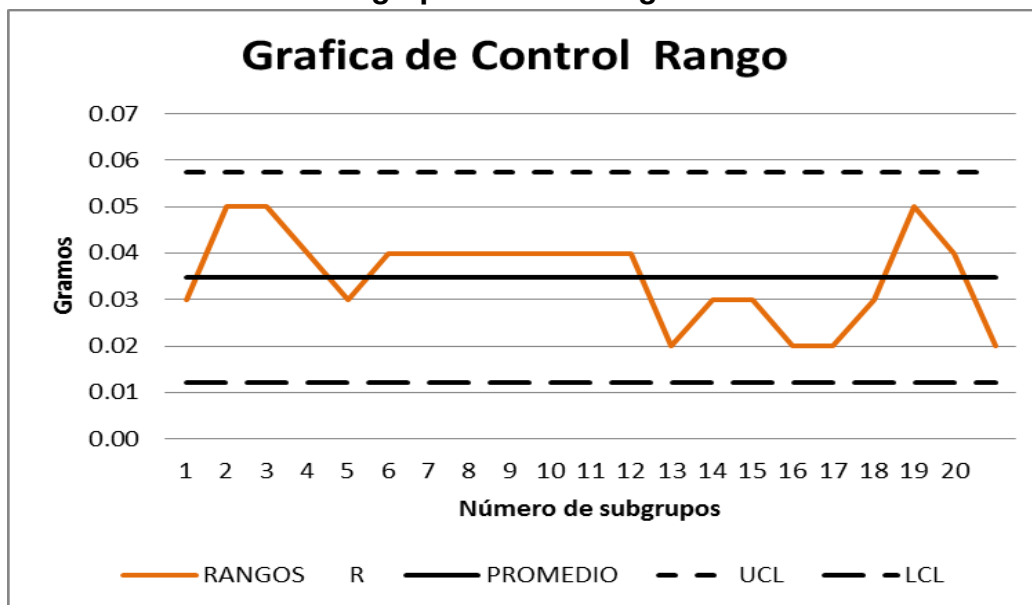
Gráfica 8. **Peso promedio preforma 13.6 gramos**



Fuente: elaboración propia

La gráfica 8, presenta un control estadístico estable ya que todos los gramajes están bajo los límites de control, su comportamiento es de variabilidad alta ya que existe una gran cantidad de puntos en los límites de control en ambos lados y muy pocos cerca de la línea central.

Gráfica 9. Control rango preforma 13.6 gramos



Fuente: elaboración propia

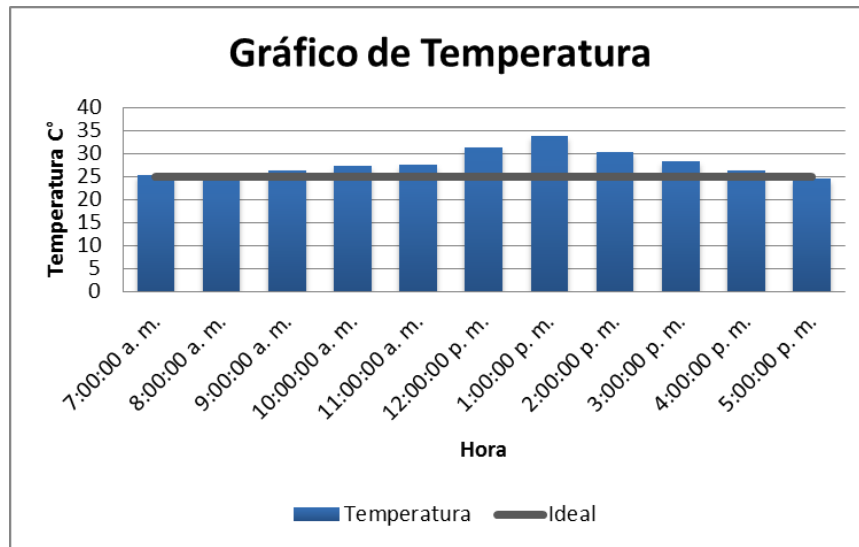
Analizando la gráfica 9, se concluye que el proceso es estable o que está en control estadístico, porque los pesos se encuentran dentro de los límites de control. Por el comportamiento de la gráfica se puede decir que es establemente incapaz o establemente malo. En el momento de rechazar un lote por estar fuera de los límites de control, este debe ser retirado del almacén inmediatamente con un formato de devolución al proveedor y este se compromete a entregar un nuevo lote de preformas o a devolver el monto de la caja rechazada.

3.3.1 Temperatura ambiente

La temperatura tiene un papel importante en el proceso de preforma-botella, puesto que actúa directa e indirectamente sobre ella, directa cuando está en el horno de la máquina de soplado e indirecta al estar almacenada en las bodegas de preformas. La temperatura ambiente ideal para las preformas almacenadas es de dieciocho (18°C) a 25 grados centígrados (25°C). De lo contrario las preformas comienzan a perder la consistencia y por el calor absorben la

humedad. Para calcular la temperatura a la que están expuestas las preformas se colocó un termómetro en el almacén, el termómetro marcaba entre veinticinco (25°C) a treinta y cuatro grados centígrados (34°C).

Gráfica 10. Gráfica de temperatura



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 10 está representada la temperatura ambiente que existe a cada hora de la mañana, de siete a cinco de la tarde. Esta temperatura es un promedio de recopilación de información durante dos semanas. Este monitoreo de la temperatura permitirá conocer las condiciones en las que se está trabajando.

3.4 Control de calidad e inocuidad

El control de calidad es fundamental en una empresa, porque ayuda a detectar los defectos y dar un seguimiento detallado para luego mejorar la calidad del producto. El control de calidad consiste en crear programas que contribuyan

a la mejora continua de la calidad de los productos, asegurando el cuidado del cliente objetivo. Crear un proceso de control de calidad en la recepción y almacén de preformas, contribuye a la erradicación de los problemas en las sopladoras a la hora de producir las botellas PET. Por tal motivo se ve la necesidad de diseñar un procedimiento en esta área (tabla 18).

3.4.1 Plan de control de calidad manufactura soplado

Este plan de control establece los procesos de manufactura y los procesos de soporte, e identifica los parámetros de calidad del producto para asegurar que los mismos cumplan con las especificaciones establecidas. Esto ayudará encontrar las acciones correctivas para sustentar la mejora continua y la reducción de las no conformidades de los parámetros de calidad

Tabla 18. Plan de control de calidad

PUNTO DE CONTROL	PROCEDIMIENTO Y FRECUENCIA DE MONITOREO	LOGROS	ACCIÓN CORRECTIVA SI SE INCUMPLEN LOS LOGROS	PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE
Trazabilidad y Codificación de Lote del Envase Primario	Registrar el nombre y verificar el código de lote de los envases PET	En los registros el Código de Lote debe estar presente, ser legible y preciso.	1. Notificar al Gerente o al Responsable designado.	Revisión de registros firmados por el Gerente o el Responsable designado	Operador/Técnico
			2. Retener los envases primarios hasta que se establezca la trazabilidad.		
			3. Asignar disposición, ejecutar el procedimiento de Control de Producto No Conforme	Simulacros de Retiro	
			4. Contactar a los proveedores	Auditorías de Calidad	
Ensayos de Inspección de Botellas PET	Para cada diseño de preforma/lote, verificar 10 preformas controlando: *Apariencia *Peso	ESPECIFICACIONES DE ENVASE PET: Botellas Altamente Presurizadas (Bebidas Carbonatadas)	Muestrear nuevamente para confirmar los resultados	Revisión de registros firmados por el Gerente o el Responsable designado	Operador/Supervisor de Calidad
	En cada Cambio de Formato o Botella verificar UNA botella por molde al inicio de la producción controlando:	Botellas PET para Bebidas No Carbonatadas No Presurizadas	Efectuar los ajustes del proceso		
	Pesos seccionales, Dimensiones, incluyendo Espacio libre de la Base. Ensayo de Explosión/Rotura (incluyendo % de Expansión), Carga Vertical. Use los protocolos y las referencias técnicas del sector. Espesor de Pared en 3 puntos de cada muestra	Botellas PET para Bebidas No Carbonatadas con Presurización	Muestrear nuevamente para confirmar que los cambios efectuados dieron como resultado una mejora de los parámetros deseados.		
			Notificar al Gerente o al responsable designado para evaluar el riesgo en base a la calidad.		
			Ejecutar el procedimiento de Control de Producto No Conforme		

Fuente: elaboración propia

3.4.2 Buenas prácticas de manufactura

Según la OMS: “La inocuidad de los alimentos engloba acciones encaminadas a garantizar la máxima seguridad posible de los alimentos. Las políticas y actividades que persiguen dicho fin deberán de abarcar toda la cadena alimenticia, desde la producción al consumo” OMS (2017).

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) se aplican en todos los procesos de elaboración y manipulación de alimentos y son una herramienta fundamental para la obtención de productos inocuos. Constituyen un conjunto de principios básicos con el objetivo de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción y distribución Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) (2017).

Un proceso con buenas prácticas de manufactura, son reflejo de buena inocuidad. La contaminación en las preformas y botellas PET es muy común cuando no se cumplen con los procedimientos que la embotelladora requiere:

- Utilización de guantes de látex al momento de estar en contacto directo con las preformas y/o botellas PET.
- Utilización de mascarilla cuando se tiene contacto con el producto.
- Realizar diariamente los procedimientos de limpieza en donde se está trabajando.
- No tener contacto con productos químicos.

3.5 Mantenimiento preventivo

Debido a las fallas que las máquinas de soplado presentan ocasionadas por varios factores mecánicos, es importante planificar y realizar periódicamente un mantenimiento que ayude a mitigar las fallas y paros por desperfectos. El objetivo de proporcionar un mantenimiento es prever los problemas de las maquinas en el momento oportuno para corregirlos y que ésta se encuentre en óptimas condiciones para trabajar. Que ventajas posee realizar mantenimiento preventivo programado:

- Proporciona una mayor seguridad al operario.
- Mayor vida útil de las máquinas y equipos.
- Aumento de la productividad
- Menor costo en reparaciones y mantenimientos.

Se efectuarán las actividades según la planificación realizada por el personal de mantenimiento. La cual está definida por periodicidad, según la complejidad del procedimiento.

Tabla 19. Operaciones de mantenimiento

Periodicidad	Operación de mantenimiento
Diario	Limpieza de las superficies acristaladas de la máquina
	Evacuación de las preformas o botellas eyectadas
	Control presencia preforma en la tolva del distribuidor
	Control del circuito aire 7 bar
	Engrase leva/ contraleva vestido/ desvestido
	Engrase leva de eyección preformas
	Engrase leva de elongación
	Engrase leva de bloqueo/ desbloqueo molde
	Engrase levas de posición brazo de transferencia
	Engrase dentado corona de orientación rueda de horno
	Engrase dentado corona de orientación rueda de soplado
	Engrase moldes (Cavidades)
	Engrase unidad portamolde (eje, árbol y pasadores de bloqueo)
	Engrase rodamientos de la corona de orientación rueda de soplado
	Engrase levas velocidad brazo de transferencia y leva de subida fondo de molde
	Engrase rodamiento de la corona de orientación rueda de horno
	Control/limpieza de la cámara infrarroja
	Control/limpieza de los detectores fotoeléctricos
Bimensual (o 250 horas de funcionamiento máquina)	Engrase guías brazo de transferencia
	Engrase guías de elongación
	Engrase guías fondo de molde

Fuente: manual de mantenimiento

Tabla 20. Operaciones de mantenimiento

Periodicidad	Operación de mantenimiento
Mensual (ó 500 horas de funcionamiento de máquina)	Control lámparas de horno
	Control limitadores de par entrada preformas/ salida de botellas
	Control reflectores de horno
	Engrase pistas de rodamiento / rampas de volteo
	Engrase cojinetes de horno
	Engrase leva de protección vestido en vacío
	Control de calidad de agua regulación
Trimestral (ó 1500 horas de funcionamiento de máquina)	Desmontaje/montaje de los silenciadores
	Engrase levas abertura / cierre molde
	Control del nivel de aceite del motorreductor
	Control / limpieza de los filtros de ventilación
Semestral (o 3000 horas de funcionamiento máquina)	Control de seguridad leva escamoteable cierre molde
	Control seguridad bloqueo molde
	Control seguridad mal vestido
	Control seguridad leva de elongación
	Desmontaje/montaje filtro del circuito aire 40 bar
	Desmontaje/montaje junta de compensación y muelles poliuretano
	Engrase del racor rotativo de aceite
	Control de los cojinetes de empalme interturnelas
	Nuevo acondicionamiento de los cilindros de tobera
	Control de la calidad de agua de regulación
Anual (ó 6000 horas de funcionamiento de máquina)	Control niveles maquina
	Vaciado de los circuitos hidráulicos
	Desmontaje/montaje de los filtros del circuito aire 7 bar
	Desmontaje/montaje de los filtros del circuito hidráulico

Fuente: manual de mantenimiento

Tabla 21. Operaciones de mantenimiento

Periodicidad	Operación de mantenimiento
Mensual (ó 500 horas de funcionamiento de máquina)	Control lámparas de horno
	Control limitadores de par entrada preformas/ salida de botellas
	Control reflectores de horno
	Engrase pistas de rodamiento / rampas de volteo
	Engrase cojinetes de horno
	Engrase leva de protección vestido en vacío
	Control de calidad de agua regulación
Trimestral (ó 1500 horas de funcionamiento de máquina)	Desmontaje/montaje de los silenciadores
	Engrase levas abertura / cierre molde
	Control del nivel de aceite del motorreductor
	Control / limpieza de los filtros de ventilación
Semestral (o 3000 horas de funcionamiento máquina)	Control de seguridad leva escamoteable cierre molde
	Control seguridad bloqueo molde
	Control seguridad mal vestido
	Control seguridad leva de elongación
	Desmontaje/montaje filtro del circuito aire 40 bar
	Desmontaje/montaje junta de compensación y muelles poliuretano
	Engrase del racor rotativo de aceite
	Control de los cojinetes de empalme interturnelas
	Nuevo acondicionamiento de los cilindros de tobera
	Control de la calidad de agua de regulación
Anual (ó 6000 horas de funcionamiento de máquina)	Control niveles maquina
	Vaciado de los circuitos hidráulicos
	Desmontaje/montaje de los filtros del circuito aire 7 bar
	Desmontaje/montaje de los filtros del circuito hidráulico

Fuente: manual de mantenimiento

Con la realización de estas actividades descritas en las tablas 19, 20 y 21 se prevendrán fallas en las operaciones de las maquinas sopladoras al momento de la producción. Después de realizada la operación se ingresa el registro al sistema como orden de trabajo, como se observa en la figura 29.

Figura 29. **Reporte mantenimiento preventivo**

Actividades rutinarias

CAMBIO DE ACEITE 2,000 HORAS

Frecuencia: 4 Mes(es)

Duración aproximada: 0 h 10 m

Requiere paro: No

Prioridad: Baja

Clasificación 1:

Clasificación 2:

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: _____

MANTENIMIENTO 4,000 HORAS CE680

Frecuencia: 6 Mes(es)

Duración aproximada: 0 h 10 m

Requiere paro: No

Prioridad: Baja

Clasificación 1:

Clasificación 2:

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: _____

Fuente: mantenimiento soplado

El registro contiene: el nombre de la actividad que el colaborador está realizando, la frecuencia con la que realiza la actividad, la duración del mantenimiento, el día que se está realizando y el responsable. Con la implementación del control y registros de mantenimiento preventivo las fallas en las sopladoras disminuirán notoriamente y los paros no ocasionarán pérdidas de materia prima ni en producto terminado.

3.6 Control de temperatura y humedad

Para eliminar la temperatura y humedad elevada del almacén de preformas y sopladoras, se propone instalar dos extractores de aire en el techo del almacén. Esto contribuye a reducir la humedad, los malos olores y el moho que se pueda causar en las paredes del almacén, las cajas y hasta en las preformas. Además, colocar un sistema de aire acondicionado en el área de las sopladoras, para que el área se mantenga a la temperatura ideal para la fabricación de los envases PET.

Figura 30. **Extractor de aire**



Fuente: empresa de sistemas industriales

3.7 Innovación en los registros

Como parte del mejoramiento del proceso, se crearon los registros computarizados, que contribuyen al ahorro de tiempo, recopilando datos más verídicos, orden en la organización de archivos y se eliminan los gastos de imprenta, se instala una computadora en cada máquina sopladora y otra en el

área de silos. Con este proceso se estaría eliminando por completo los registros manuales. En la tabla 22 se observa el detalle de los reportes, el responsable que debe llenarlos y el número de anexo en el que se encuentra ejemplificado.

Tabla 22. Registros de soplado

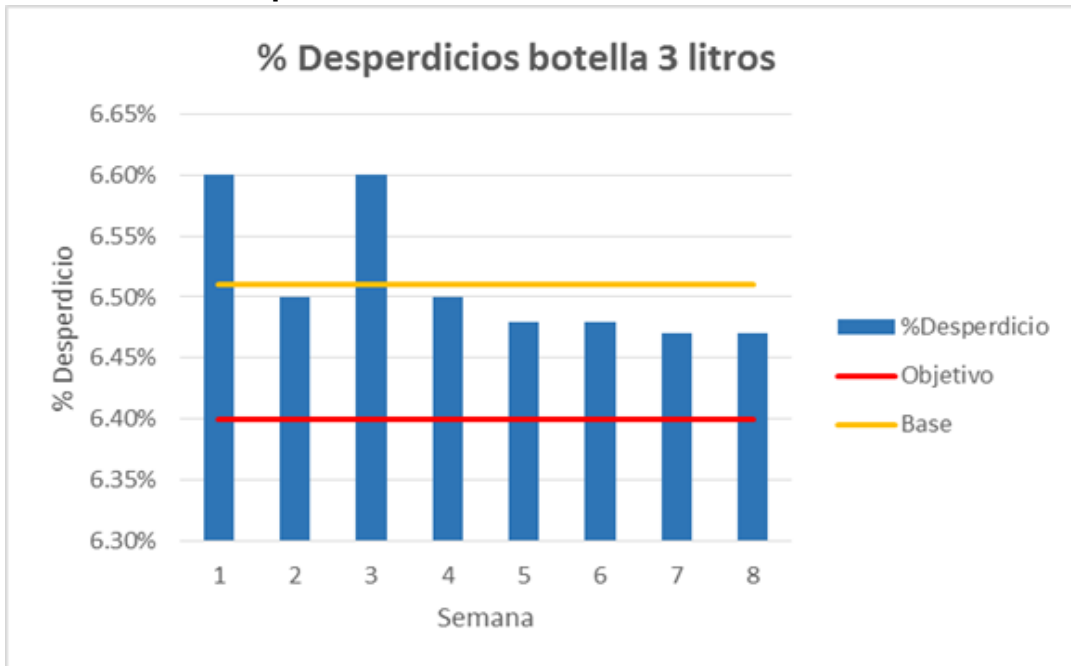
Nombre del Registro	Responsable
Control de la producción	Operador de Sopladora
Análisis de calidad (Control general)	Supervisor de calidad
Análisis de calidad (Control de Preforma)	Operador de Sopladora/Supervisor de calidad
Análisis de calidad (Control de botella)	Operador de Sopladora/Supervisor de calidad
Almacenamiento en silos	Operador de Silos
Control de Merma	Auxiliar de Soplado

Fuente: elaboración propia

3.8 Reducción del desperdicio

La finalidad principal de realizar la propuesta es reducir el desperdicio, además de la eliminación los altos costos. Por tal razón al poner en práctica cada una de las acciones mencionadas se debe de reducir el desperdicio. Con una recopilación de cuatro semanas adicionales al estudio realizado en el diagnóstico, se observa una pequeña disminución en el porcentaje de desperdicio. Al comenzar con las propuestas de control de calidad en el almacén de recepción de materia prima, este debería llegar en cuatro semanas a un objetivo estimado de 6.40% para la botella de tres litros y de 6.30% para la botella de 12 onzas y así, después ir disminuyendo semanalmente 0.20%, logrando en un mes el 0.80% menos.

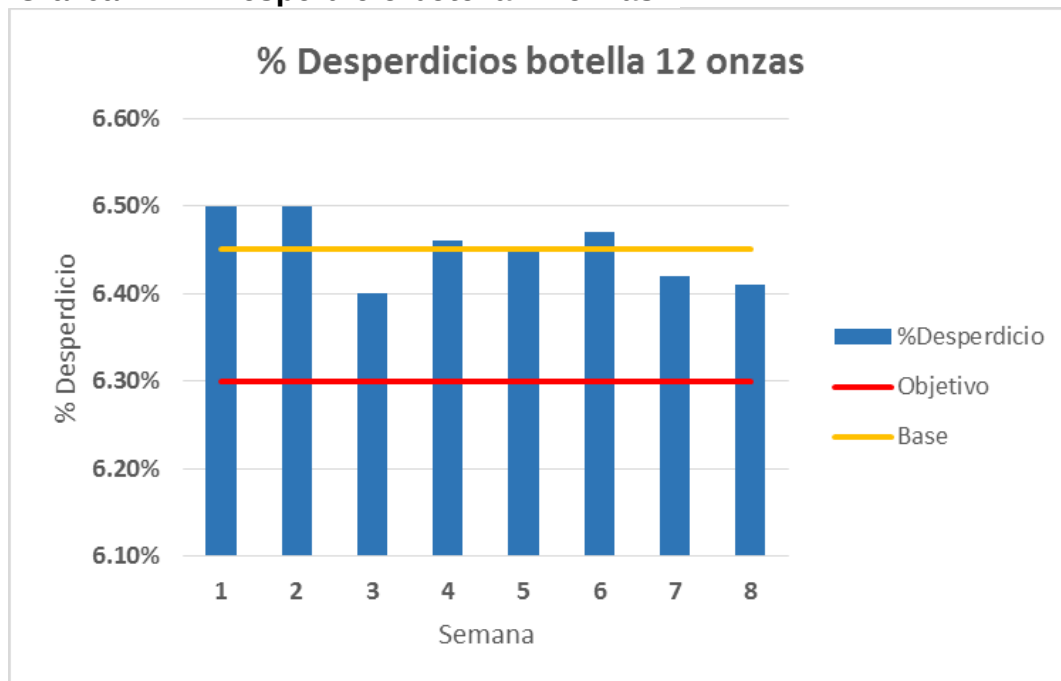
Gráfica 11. **Desperdicio botella 3 litros**



Fuente: elaboración propia

Como muestra la gráfica 11 el desperdicio de las semanas seis, siete y ocho, es visiblemente menor, que comparado cuatro semanas atrás, la base está en 6.51% y debe llegar a un objetivo de 6.40%.

Gráfica 12. Desperdicio botella 12 onzas



Fuente: elaboración propia

La gráfica 12 ejemplifica el porcentaje de desperdicios que ha tenido la producción de botella para la presentación de 12 onzas, siendo en la semana siete y ocho las más bajas, se estima que para la implementación de los métodos propuestos, llegar a un objetivo de 6.30%, para luego continuar reduciendo semanalmente 0.20%.

3.8.1 Reducción de costos

Con la propuesta de reducción de desperdicios, se estima también comenzar a reducir los costos que con las pérdidas de materia prima y suministros se generan. Para estimar la reducción de costos, se investigó, los costos de producción que se generan al momento de producir una botella PET. A continuación se observa la tabla 23 con los costos de producción proporcionados por la Embotelladora.

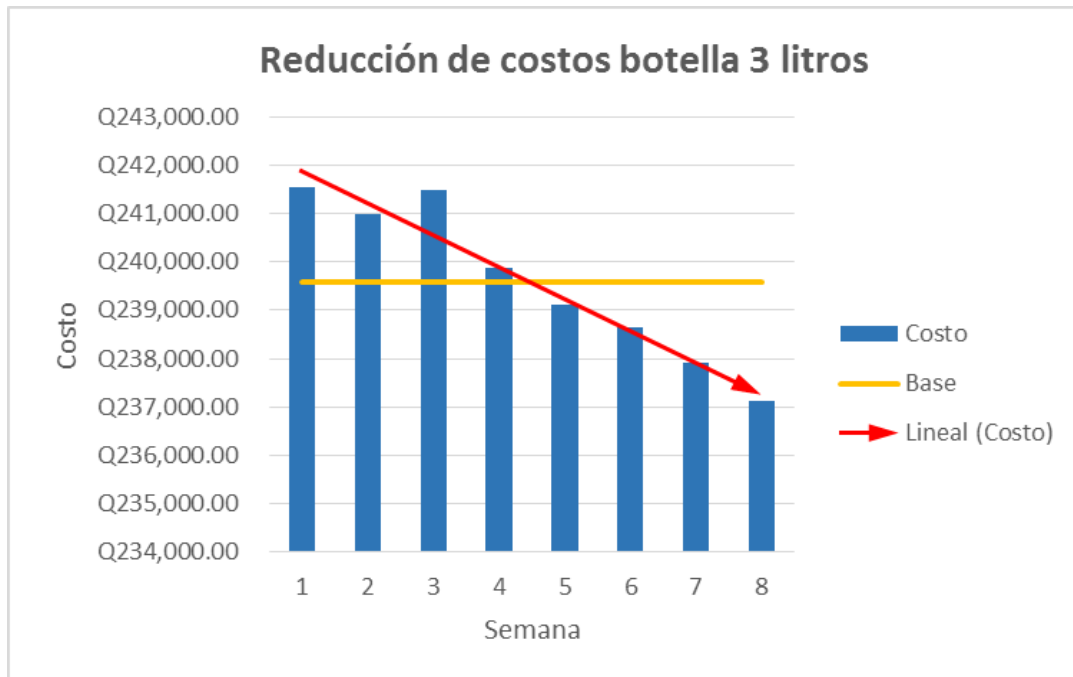
Tabla 23. Costos de producción

GRAMAJE DE PREFORMA	COLOR	COSTO DE PRODUCCION(Q)
Preforma 13.6grs.	Transparente	Q 1.83
Preforma 15.6grs.	Transparente	Q 1.87
Preforma 17.7grs.	Transparente	Q 1.90
Preforma 17.7grs.	Caribe Verde	Q 1.90
Preforma 17.7grs.	Azul	Q 1.90
Preforma 17.7grs.	Intenso Verde	Q 1.94
Preforma 19.7grs.	Transparente	Q 3.57
Preforma 19.7grs.	Verde	Q 2.89
Preforma 19.7grs.	Azul	Q 2.89
Preforma 20.5 grs.	Transparente	Q 2.92
Preforma 20.5 grs.	Verde	Q 2.92
Preforma 20.5 grs.	Caribe Verde	Q 2.92
Preforma 20.5 grs.	Verde	Q 3.60
Preforma 20.5grs.	Verde	Q 2.92
Preforma 20.5 grs.	Plata	Q 3.44
Preforma 23.7 grs.	Azul	Q 2.96
Preforma 26.7 grs.	Azul	Q 2.96
Preforma 35.6grs.	verde	Q 3.81
Preforma 35.2grs.	Azul	Q 3.81
Preforma 42.6 grs.	Transparente	Q 3.89
Preforma 42.6 grs.	Verde	Q 3.89
Preforma 42.6 grs.	Caribe Verde	Q 4.18
Preforma 46.6grs.	Transparente	Q 4.15
Preforma 46.6grs.	Azul	Q 4.15
Preforma 56.7grs.	Transparente	Q 4.67
Preforma 56.7grs.	Verde	Q 4.67
Preforma 37.5grs.	Transparente	Q 4.52
Preforma 108 grs.	Verde	Q 6.37
Preforma 108 grs.	Transparente	Q 6.37
Preforma 123.5 grs.	Transparente	Q 6.45
Preforma 123.5 grs.	Verde	Q 6.45

Fuente: elaboración propia

Los costos de producción mostrados en la tabla 23, serán utilizados para los cálculos de reducción de costos en las siguientes gráficas.

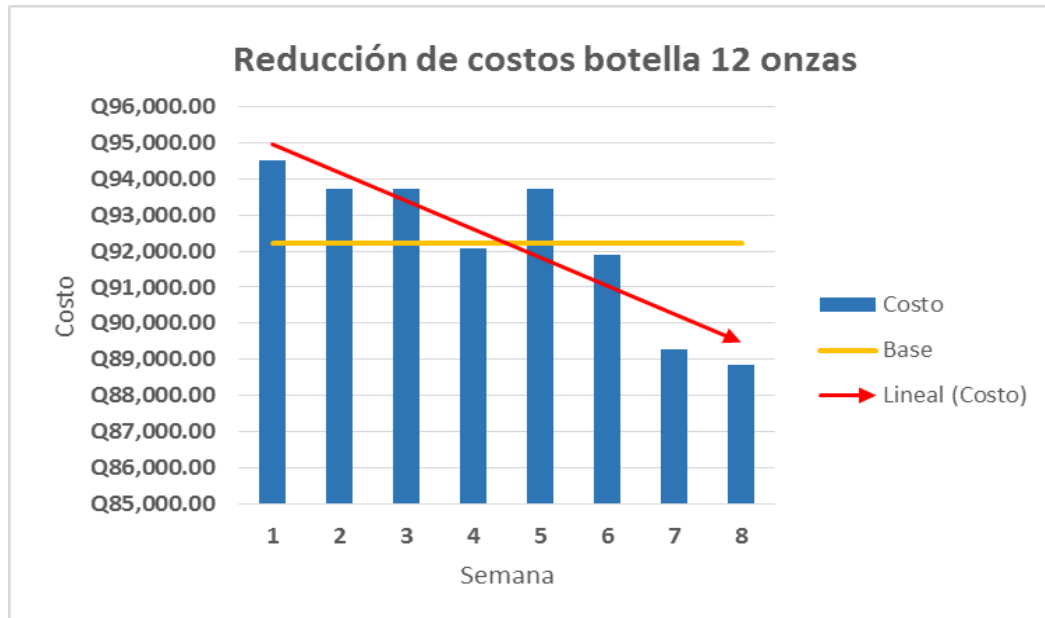
Gráfica 13. Reducción de costos botella 3 litros



Fuente: elaboración propia

La gráfica 13 muestra el comportamiento que tienen los costos para la embotelladora, con la disminución del desperdicio de las botellas de tres litros que se ocasiona en el área, esto contribuirá al ahorro de dinero a largo plazo. Hasta el momento el ahorro ha sido de Q4,420.00 en cuatro semanas.

Gráfica 14. **Reducción de costos botella 12 onzas**



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 14 se observa la conducta que poseen los costos en la embotelladora al momento del desperdicio de las botellas de doce onzas, en ocho semanas de toma de datos se ve una reducción de las pérdidas monetarias

3.8.2 Reciclaje de envase PET

Como parte del compromiso que tiene la empresa el medio ambiente, se acordó que todo el desperdicio de botella PET que salga de la máquina sopladora, bandas transportadoras y silos se le colocará una etiqueta a la bolsa donde contengan las botellas desperdiciadas. Luego estas bolsas se envían al área de medio ambiente para ser clasificadas y posteriormente reutilizadas.

Figura 31. Merma de botellas



Fuente: elaboración propia

Con la elaboración de los gráficos de control en el ingreso de la preforma al almacén de materia prima, se establecieron los límites de control para la verificación del peso en gramos de las preformas. Además, con la realización del control de calidad propuesto, se estima reducir el desperdicio y aumentar la productividad del área de soplado en la utilización de la preforma. Al efectuar un mantenimiento preventivo realizando las operaciones con la frecuencia definida, se prevendrá los paros y fallas mecánicas que dañen el proceso de producción.

Para eliminar la temperatura y humedad elevada del almacén de preformas y sopladoras, se propone instalar dos extractores de aire en el techo del almacén. Esto contribuirá a reducir la humedad, los malos olores y el moho que se pueda causar.

CAPITULO IV

FASE DE IMPLEMENTACION Y SEGUIMIENTO

La Embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas tiene como responsabilidad llevar a cabo la propuesta descrita en el capítulo III, para iniciar a mejorar el rendimiento productivo, la eficiencia en los procesos y la reducción de los desperdicios.

4.1 Necesidad de capacitación

Para un mejor conocimiento de los registros que se implementaron en el proceso de análisis de preformas y botellas, fue necesario realizar capacitaciones para los supervisores de calidad y los operarios de las máquinas de soplado, exponiéndoles la importancia que tiene seguir desarrollando estos nuevos métodos y las razones que llevaron a modificar las prácticas habituales de trabajo.

4.2 Plan de capacitación

El principal propósito para impartir las capacitaciones al personal es darles a conocer la importancia que tienen los nuevos procesos en la producción y en control de calidad. Las capacitaciones se realizaron por medio de talleres y conferencias con material escrito y presentaciones orales. Estas contienen una breve descripción del problema en el rendimiento productivo, así mismo se presentó la recolección de datos obtenida a lo largo del proyecto, esto con el propósito de que el personal comprendiera la importancia de los análisis implementados al sistema de control de calidad y principalmente al incorporado en la recepción de preformas. En la siguiente tabla (24), se muestra las charlas

que fueron impartidas a los tres grupos y los encargados de presentarlas a los colaboradores.

Tabla 24. Programación de capacitaciones

Capacitación	Contenido	Responsable	Asistentes
Plan de Control de Calidad	Trazabilidad y codificación del lote de preforma	Coordinador de Calidad/ Coordinador de producción	Operadores de sopladoras
	Revisión preforma		Supervisores de calidad
	Ensayos de inspección en botellas PET		
Registro de recepción de preforma	Las características del reporte e importancia.	Coordinador de producción	Operador de Almacén /Operador de sopladora
Buenas prácticas de manufactura BPM	Importancia de la política de calidad	Coordinador de Calidad	Todos los operadores
	Buenas prácticas de manufactura		
Mantenimiento Preventivo	Importancia del mantenimiento preventivo	Coordinador de Mantenimiento	Supervisores Mecánicos
	Forma de llenado del registros de mantenimiento		
Innovación de Registros	Forma de llenado del registros computarizados	Coordinador de producción	Todos los operadores
	Como guardar los registros		
	Usuarios y contraseñas		
Reciclaje Botellas PET	Importancia de reciclar los desperdicios	Coordinador de producción	Todos los operadores

Fuente: elaboración propia

4.3 Normalizar capacitaciones

La normalización tiene como objetivo establecer reglas para lograr el cumplimiento de los nuevos proyectos implementados, con el fin de conseguir un mejor ordenamiento de los procesos. Con la ayuda de los operarios, supervisores y directivos del área de soplado, la realización de las capacitaciones y el seguimiento de los nuevos métodos realizados, será una tarea más sencilla de efectuar y normalizar como parte de los estándares de la compañía. Lista de asistencia (Anexo 5).

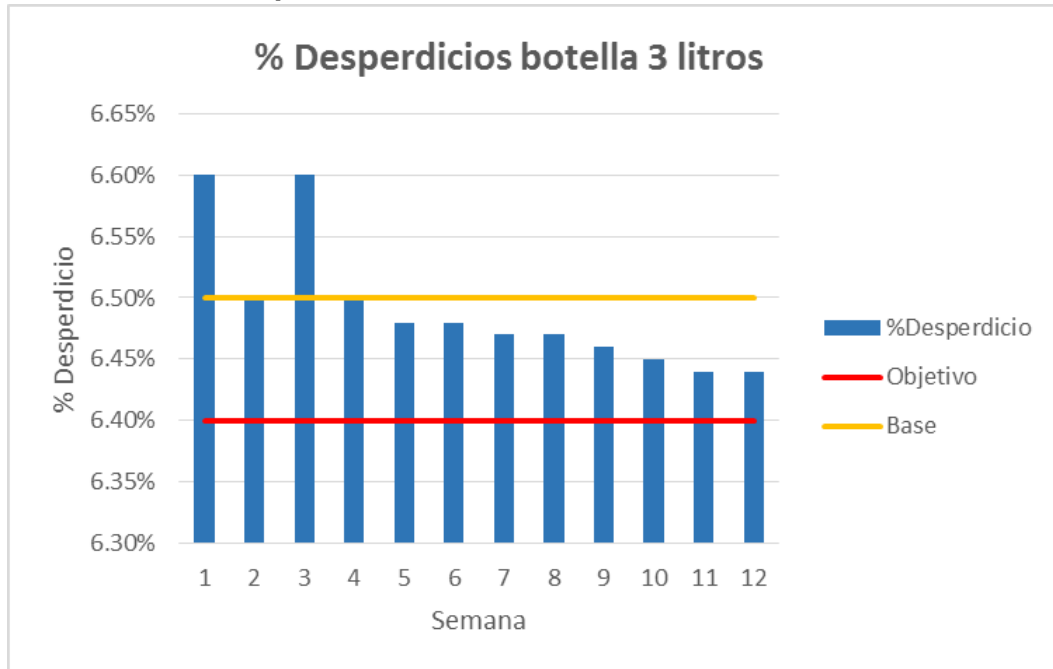
4.4 Importancia de la implementación

Con la implementación de un plan de control de calidad en la recepción de materia prima, la embotelladora, podrá dar seguimiento detallado y conocer la raíz de los problemas que han generado pérdidas de material así como también monetarias. La disminución en el porcentaje de desperdicios, genera un aumento en la eficiencia y rendimiento productivo.

4.4.1 Desperdicios

Con la implementación de las mediciones en el control de calidad en las preformas, aplicando el mantenimiento preventivo y las capacitaciones de retroalimentación a los operarios durante cuatro semanas, se monitorean los siguientes avances para la botella de tres litros y doce onzas.

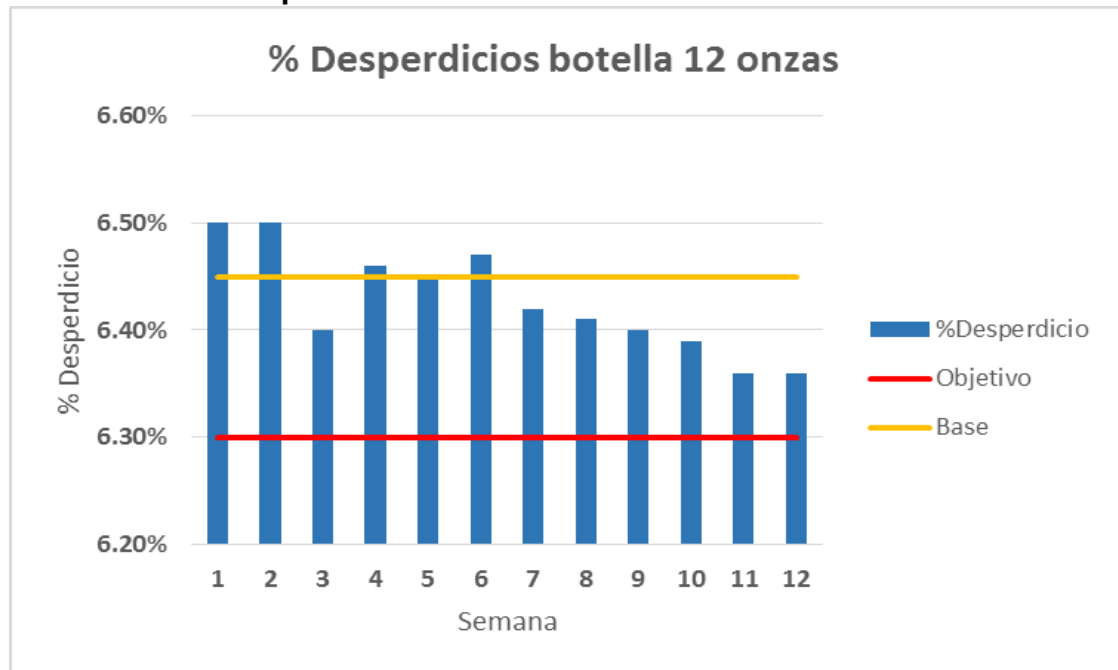
Gráfica 15. Desperdicio de botella 3 litros



Fuente: elaboración propia

Como se observa en la gráfica 15 que el desperdicio está disminuyendo considerablemente llegando a un 6.44%, pero sin lograr aún llegar al objetivo trazado en la propuesta.

Gráfica 16. **Desperdicio de botella 12 onzas**



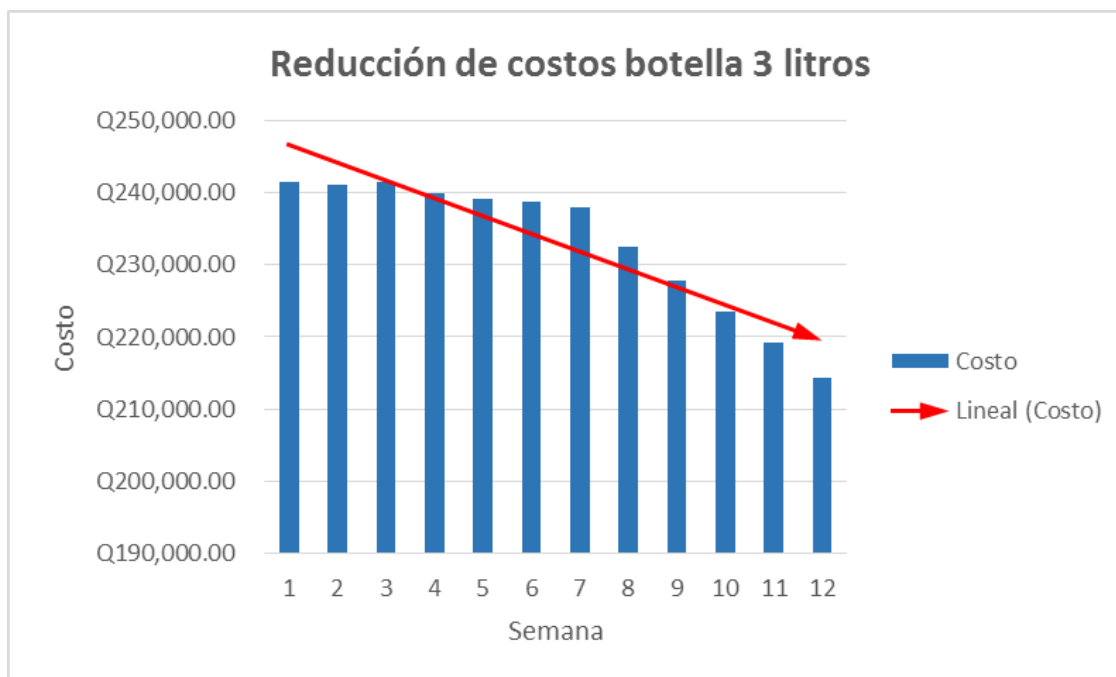
Fuente: elaboración propia

La gráfica 16 muestra el comportamiento que ha tenido el porcentaje de desperdicio a lo largo de doce semanas de investigación y recopilación, éste decrece acercándose al objetivo del 6.30% propuesto.

4.4.2 Costos

El costo de la materia prima es el primero en ser afectado al momento de existir desperdicios, por lo tanto la disminución de estos desechos afectan directamente a una reducción en los costos, esto beneficiará a la embotelladora en ahorro y eficiencia monetaria. La reducción en los costos de la materia prima es uno de los objetivos importantes de la propuesta, al implementarse los métodos se observó que en un período de 12 semanas la reducción fue significativa, por lo que se debe seguir con los procesos de control de calidad en preformas. Estas reducciones se observan en las gráficas 17 y 18.

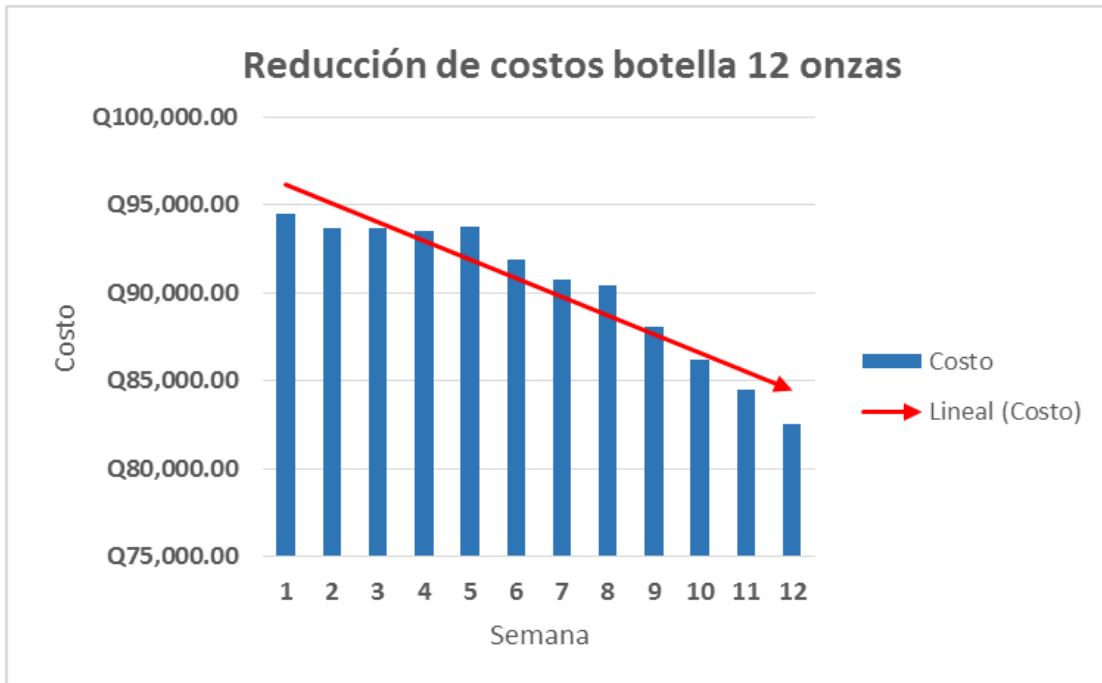
Gráfica 17. **Reducción costos botella 3 litros**



Fuente: elaboración propia

Los desperdicios de la botella de tres litros disminuyeron en un 0.10% en un periodo de ocho semanas luego de ser utilizada la propuesta, como se observa en la gráfica 17. Los costos seguirán disminuyendo considerablemente al establecerse los procedimientos de calidad. Logrando un ahorro de Q5,400 semanalmente.

Gráfica 18. **Reducción de costo botella 12 onzas**



Fuente: elaboración propia

A partir de la utilización de los métodos propuestos, la reducción de costos en los desperdicios de la botella de doce onzas han disminuido de manera satisfactoria, como se muestra en la gráfica 18, la reducción es de Q2,400 semanalmente.

4.4.3 Rendimiento productivo

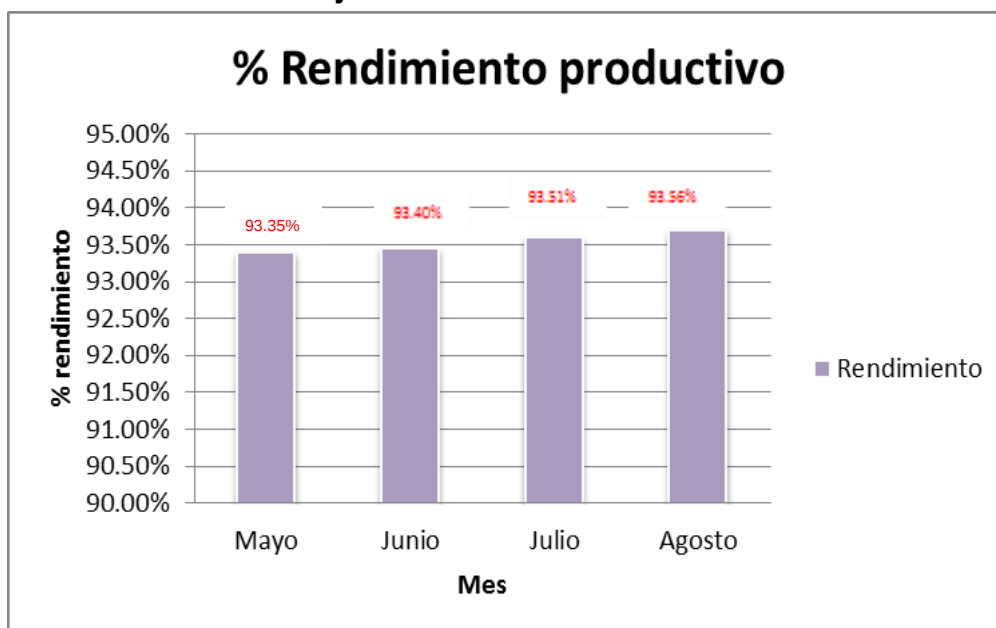
Se utilizó para determinar el aprovechamiento que se le está dando tanto a la preforma como a las botellas sopladas. Para calcular el rendimiento se utilizó la información registrada en los meses de mayo, junio, julio y agosto de 2016, con el inicio de la normalización de los mantenimientos rutinarios propuestos, esta información se obtuvo de las pruebas realizadas. Con la disminución del desperdicio se logra incrementar el rendimiento productivo, que es nuestro objetivo principal.

$$\text{Rto. productivo} = \frac{\text{Produccion total} - \text{Cantidad de desperdicio total}}{\text{Produccion total}} * 100$$

$$\text{Rto. productivo(3 litros)} = \frac{3,160,125 - 203,400}{3,160,125} * 100 = 93.56\%$$

$$\text{Rto. productivo(3 litros)} = 93.56\%$$

Gráfica 19. Porcentaje de rendimiento botella 3 litros



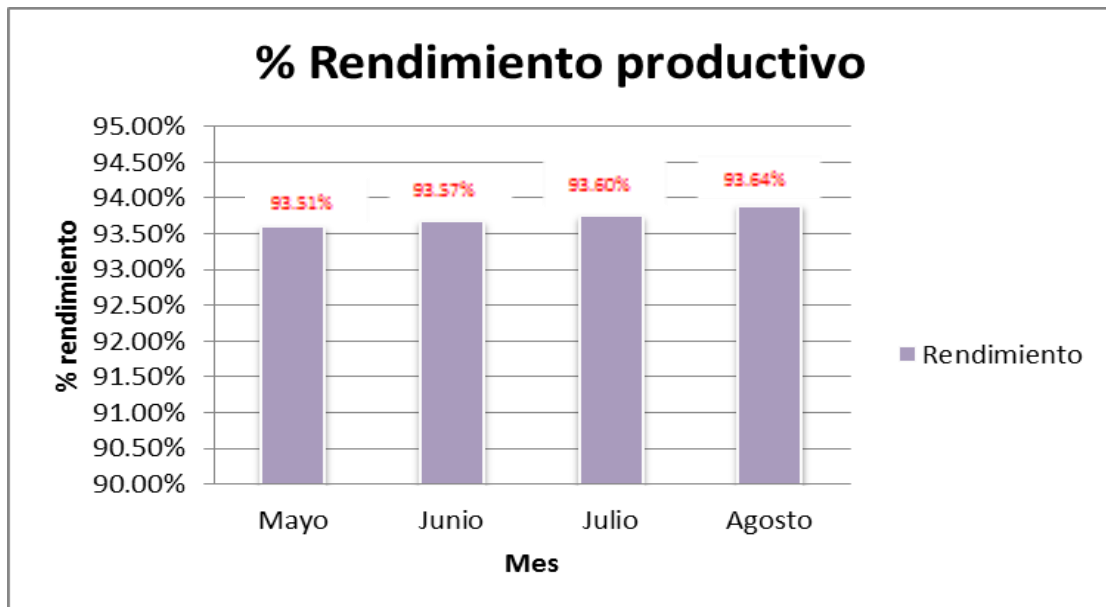
Fuente: elaboración propia

En la gráfica 19 se observa cómo va aumentando el rendimiento productivo de la botella de tres litros. En el mes de mayo con un 93.35%, junio con 93.40%, julio con un porcentaje de 93.51% y agosto alcanzando el 93.56%.

$$\text{Rto. productivo(12 onzas)} = \frac{3,260,522 - 207,240}{3,260,522} * 100 = 93.64\%$$

$$\text{Rto. productivo(12 onzas)} = 93.64\%$$

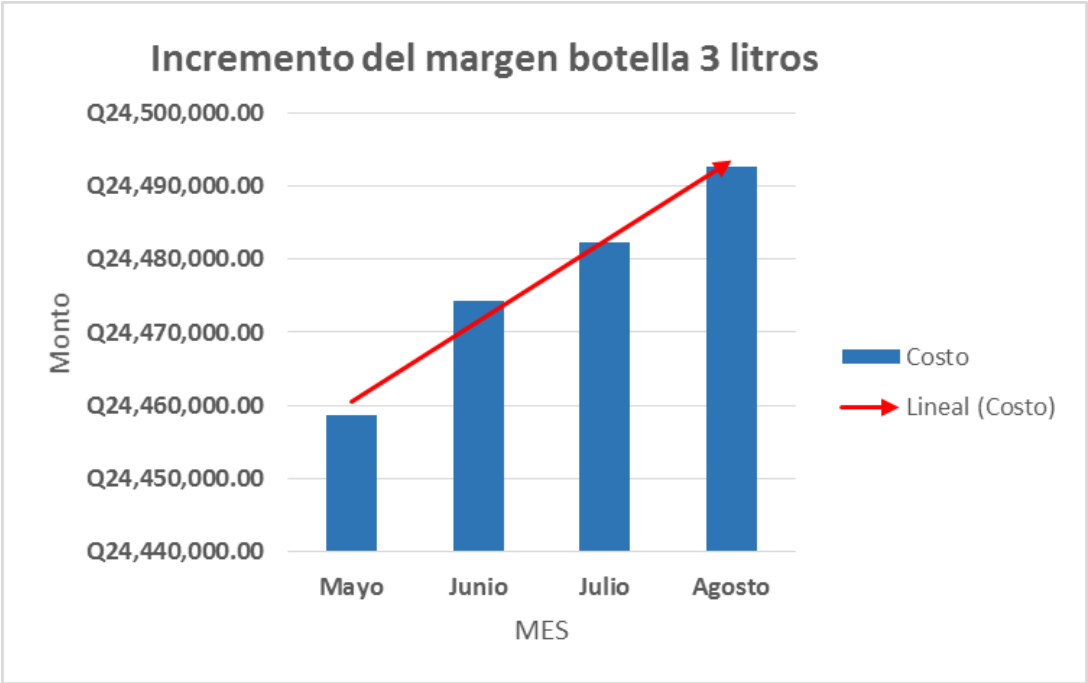
Gráfica 20. **Porcentaje de rendimiento botella 12 onzas**



Fuente: elaboración propia

El rendimiento productivo de la botella de doce onzas incrementó en los meses de mayo a agosto de un 93.51% a un porcentaje de 93.64%, este aumento significa que el desperdicio disminuye comparado con la producción total generada en el mes. Luego de determinar el porcentaje de rendimiento que la embotelladora ha logrado con la implementación de la propuesta, observaremos el incremento en dinero que se logra en los tres meses de toma de información, para la botella de tres litros y para la de doce onzas.

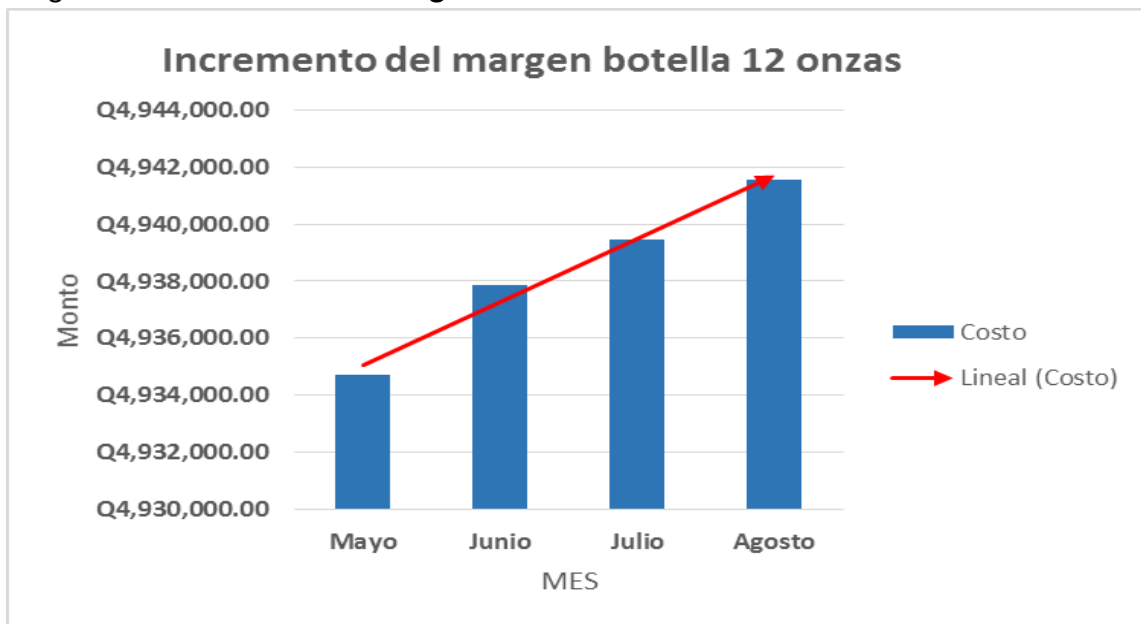
Figura 32. Incremento de ganancias botella 3 litros



Fuente: elaboración propia

La embotelladora con la producción de la botella de tres litros mensualmente genera un margen promedio Q24,458,662.62, teniendo un rendimiento del 93.35%. Con las mejoras sobre el control de calidad se logró incrementar en el mes de agosto a Q24,492,665.68. Esto se puede observar en la figura 32.

Figura 33. Incremento de ganancias botella 12 onzas



Fuente: elaboración propia

La embotelladora con la producción de botella de doce onzas mensualmente generaba en promedio un margen bruto de Q4,934,709.72, y en el mes de agosto teniendo un rendimiento del 93.64% se obtuvo Q4, 941,570.08. Esto se puede observar en la figura 33.

CONCLUSIONES

1. Las causas más frecuentes de desperdicios en el proceso de producción de envase PET según el diagrama de pareto son las preformas en malas condiciones que representan el 24%, ajustes en el proceso con un 16%, cambio de moldes con el 8%, pruebas de calidad con 6%, manejo inadecuado de la sopladora 5%, problemas con el codificador de botellas 5%, autodesechos por la sopladora 5%, soplador incompleto 5% y silos saturados 4%.
2. Se observó que las preformas de 56.7 gramos y 13.6 gramos generan el 80% del desperdicio total ocasionado por ajustes de proceso, cambio de molde y pruebas de calidad.
3. Falta de control de calidad del departamento de producción en el área de soplado, debido a la inexistencia de un procedimiento establecido.
4. Con la introducción de registros de recepción de preforma, se rediseña el proceso de control de calidad, logrando obtener un procedimiento nuevo, ordenado y de verificación controlada, contribuyendo a la minimización de desperdicios.
5. El almacenaje de preformas carece de un ambiente donde se pueda controlar la temperatura y humedad relativa, esto provoca daños en las características de las preformas.
6. Con la implementación del procedimiento los pesos de cajas de preformas en el almacén, el muestreo en el departamento de calidad, con las rutinas

de mantenimiento preventivo y los registros en el departamento de producción se logró un ahorro de Q5,400.00 por semana para la botellas de 3 litros (56.7 gramos) y Q2,400 semanales para la botella de 12 onzas (13.7 gramos).

RECOMENDACIONES

1. El jefe del departamento de soplado debe fomentar, estandarizar y capacitar a todos los colaboradores del área de soplado sobre la importancia del manejo correcto de las maquinas sopladoras, utilización de los registros y las buenas prácticas de manufactura para evitar la contaminación en la preforma y el producto terminado.
2. El departamento de calidad debe continuar con el plan de control de calidad en la recepción de preformas, para lograr resultados positivos que ayuden al rendimiento de preforma y a la disminución de los desperdicios, especialmente en las botellas que formen parte del 80% del pareto.
3. Colocar en almacén de preformas, extractores de aire que ayuden a eliminar la humedad, y así minimizar el deterioro de la preforma.
4. Es importante que el departamento de calidad aplique el proceso de los pesos de cajas de preformas en el almacén, el muestreo en el departamento de calidad, las rutinas de mantenimiento preventivo y los registros en el departamento de producción, para que el ahorro anual en la producción de botellas de 56.7 gramos y 13.7 gramos ascienda a Q406,714.00.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) (2017). [en línea] Disponible en: <http://www.intedya.com/internacional/103/consultoria-buenas-practicas-de-manufactura-bpm.html#submenuhome#submenuhome> [Recuperado el 19 de agosto 2017].
2. Calidad y ADR. (2017). El gráfico o diagrama de control - Calidad y ADR. [en línea] Disponible en: <https://aprendiendocalidadyadr.com/grafico-o-diagrama-de-control> [Recuperado 20 de julio 2017].
3. Definición de Organigrama. (2009), Definición de organigrama — [en línea] Disponible en: <https://definicion.de/organigrama/> [Recuperado el 17 de abril de 2017].
4. Mamani, JM. (2017). Torres de enfriamiento. [en línea] Es.slideshare.net. Disponible en: <https://es.slideshare.net/JuanManuelMamani/torres-de-enfriamiento> [Recuperado el 30 de octubre 2017].
5. Organización Mundial de la Salud (2017), Inocuidad de los alimentos, [en línea] Disponible en: http://www.who.int/topics/food_safety/es/ [Recuperado el 11 de agosto 2017].
6. Técnicas estadísticas de control de calidad en la industria gráfica (2014). [en línea] [industriagraficaonline.com](http://www.industriagraficaonline.com) Disponible en: <http://www.industriagraficaonline.com/index.php?id=9728> [Recuperado el 12 de abril 2017].

7. Tecnología de los plásticos (2011). [en línea] Disponible en:
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>
[Recuperado el 15 febrero 2017].

APÉNDICES

Apéndice 1. Reporte de producción computarizado.

ANÁLISIS DE CALIDAD

CONTROL DE BOTELLAS

MAQUINA SOPLADORA: _____

PRESENTACION: _____

GRAMAJE: 0 _____

TURNO: _____

GRUPO: _____

FECHA: _____

¡SUPERVISOR DE CALIDAD _____

CODIGO	TIPO DE DEFECTO	CODIGO	TIPO DE DEFECTO
D1	Perlecia, hombre, panel y base	D9	Diferencia de color
D2	Cuello deforme/ inclinado	D10	Agujeros
D3	Petalos Incompletos/ Diamante	D11	Abultamiento en fondo
D4	Rosca(finish) dañado	D12	Soplado incompleto
D5	Marcas de moldes sucios	D13	Envase doblado en base o cuello
D6	Punto inyección desviado	D14	Lineas de unión
D7	Petalos blancos o nevados	D15	OK
D8	Anillos en panel		

[illegible][illegible]

Apéndice 2.
 Análisis de calidad computarizado.

ANALISIS DE CALIDAD
 CONTROL GENERAL

FECHA: _____ PRESENTACION: _____
 MAQUINA: _____ OPERADOR: _____ GRUPO: _____ GRAMAJE: _____

HORA	CADENCIA	TEMPERATURA DE AMBIENTE REAL	HUMEDAD RELATIVA (C°)	TEMPERATURA DE HORNO	TEMPERATURA DE CHILLER REAL	TEMPERATURA DE PREFORMA REAL	% SALIDA	% VENTILACION	ARRANQUE	PRESION SOPLADO	PRESION PRE-SOPLADO	CAUDAL DE FONDO
6:00												
7:00												
8:00												
9:00												
10:00												
11:00												
12:00												
1:00												
2:00												
3:00												
4:00												
5:00												

Apéndice 3. **Análisis de Calidad (preforma).**

ANALISIS DE CALIDAD

MAQUINA SOPLADORA: _____

PRESENTACION: _____

GRAMAJE: _____

FECHA: _____

TURNO: _____

GRUPO: _____

NO.	TIPO DE RESINA	LOTE DE PREFORMA	FECHA DE PRODUCCION	COLOR				PESO (g)	APARIENCIA DE PREFORMA	CANTIDAD POR CAJA	HORA DE VACIADO	CANTIDAD SEGÚN	FALTANTE PREFORMA
				V	G	A	T						
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													

ANEXOS

Anexo 1. Reporte de producción manual.

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION										Registro de Produccion Nº 007390							
Maquina: _____																	
Turno: 1 2		ORDEN DE PRODUCCION 				Fecha: _____											
Grupo: A B C						Supervisor de Turno: _____											
						Operador: _____											
INFORMACION DE LA ORDEN			INFORMACION DE LA ORDEN			INFORMACION PARA PRODUCCION											
Producto: 			Gramaje Preforma: 			Velocidad 											
Cantidad: 			Color Preforma: 			Observador: _____											
CONTROL DE PRODUCCION																	
HORA	PRODUCCION/HORA	DESPERDICIO		CONTADOR MAQUINA	INDICE DE MERMA	INDICE DE EFICIENCIA			TOTAL PRODUCCION								
		BOTELLA UNIDADES	PREFORMA UNIDADES														
6:00	7:00																
7:00	8:00																
8:00	9:00																
9:00	10:00																
10:00	11:00																
11:00	12:00																
12:00	1:00																
1:00	2:00																
2:00	3:00																
3:00	4:00																
4:00	5:00																
5:00	6:00																
CLASIFICACION DE DESPERDICIOS																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Totales	
6:00	7:00																
7:00	8:00																
8:00	9:00																
9:00	10:00																
10:00	11:00																
11:00	12:00																
12:00	1:00																
1:00	2:00																
2:00	3:00																
3:00	4:00																
4:00	5:00																
5:00	6:00																
																Total desperdicio de botellas	
																Total desperdicio de Preforma	

Anexo 2. Reporte aseguramiento de calidad.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD-SOPLADO

Calidad Preforma Pet

Proveedor Preforma: _____ Máquina Sopladora: _____
 Código de Inyectora: _____ Fecha: _____
 Presentación: _____ Turno: _____

No.	Tipo Resina	Lote de Preforma	Fecha Producción Preforma	Color					Peso (g)	Apariencia de preforma	Cantidad por Caja	Hora de Vaciado Tolya	Cantidad según contador	Faltante preforma
				V	G	A	T	Otros						
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														

Observaciones:

Operador de Sopladora _____ Supervisor de calidad _____

Anexo 3. Orden de producción.

ORDEN DE PRODUCCION DE SOPLADO

Fecha: _____

Orden de soplado: _____

MAQUINA:

SBO4 ☐

SBO12 ☐

SBO16 ☐

SBO20 ☐

Cantidad de Cajas Preforma: _____

Cantidad de botellas: _____

Producto

☐ 12 Onz. Propietaria
☐ 12 Onz. Generico
☐ 12 Onz. Grapette NI
☐ 500 ml Generico
☐ 500 ml Aqua
☐ 600 ml Amp
☐ 600 ml Amp 365

☐ 600 ml Carolina
☐ 600 ml Be Light
☐ 600 ml Propietaria
☐ 600 ml Globe
☐ 600 ml AXI
☐ 600 ml Canvas
☐ 750 ml Propietaria

☐ 750 ml Carolina
☐ 750 ml Aqua RPET
☐ 1.0 Lts Aqua RPET
☐ 1.5 lts. Globe
☐ 1.75 Lts Grapette NI
☐ 1.75 Lts Carolina
☐ 2.0 lts Carolina

☐ 2.5 lts Generico
☐ 2.5 lts Generico
☐ 3.0 lts Generico
☐ 3.3 lts Generico

☐ Otro: _____

LINEA

Gramaje

☐ 13.6
☐ 15.6
☐ 17.7
☐ 19.7
☐ 20.5
☐ 21.7

☐ 23.7
☐ 26.7
☐ 35.6
☐ 37.5
☐ 42.6
☐ 46.6

☐ 56.7
☐ 108
☐ 123.5
☐ Otro: _____

Color

☐ Transparente
☐ Gris
☐ Azul
☐ Verde
☐ Verde H2OHI
☐ Otro: _____

SILOS

REGISTRO DE LA PRODUCCION

	Fecha	Grupo	Turno	Cantidad Soplada	Merma de Proceso	Merma de Calidad	Total Merma	Producto Bueno	Saldo Pendiente	Operador de Turno	Supervisor de Turno
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Sabor y presentación

Orden de produccion:

Observaciones: _____

Anexo 4. Aseguramiento de calidad.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD -SOPLADO

Control de Proceso

Fecha: _____ Maquina: _____ Turno: _____ Operador: _____ Presentación: _____

Hora	Cadencia	Temperatura de Ambiente Real (°C)	Humedad Relativa (°C)	Temperatura de Horno Real (°C)	Temperatura de Chiller Real (°C)	Temperatura de Preforma Real (°C)	% Salida	% Ventilación	Arranque	Presión Soplado	Presión Pre-soplado	Caudal de Fondo
6:00:00												
7:00:00												
8:00:00												
9:00:00												
10:00:00												
11:00:00												
12:00:00												
13:00:00												
14:00:00												
15:00:00												
16:00:00												
17:00:00												
18:00:00												

Observaciones:

Realizado por: _____ Revisado por: _____

Anexo 5. Listado de asistencia.

CAPACITACIONES INOCUIDAD

C=capacitación, E=Examen, R=Recapacitación, ER=Exámen de recapacitación

Nota menor 70 en Exámen genera necesidad de Recapacitación en tiempo máximo de dos meses

Si al repacitar se obtiene una nota menor a 70 puntos en el examen se reasignará de puesto

			BPMS			Taller FSSC 22000			Manual de preservación de PT			Buenas prácticas en el llenado de registros		
No.	CÓDIGO	NOMBRE	C	E	R	C	E	R	C	E	R	C	E	R
Plastics														
1	100654	JUAN JOSE CARCAMO MENDOZA	1	100										
2	100691	CARLOS BENJAMIN SACUL PEREZ	1	90		1	100					1		
3	107912	MELVIN DONALDO CONTRERAS HERNANDEZ	1	100		1	90					1		
4	107914	HUGO LEONEL VASQUEZ YANTUCHE	1			1	100					1		
5	107916	ELVIS RONALDO CERON NAJERA	1	100										
6	107918	WALTER VICENTE CRUZ GUZMAN				1			1					
7	107919	GERSON JAFETH FLORES MORALES	1	100		1	100					1		
8	107921	MELVIN EFRAIN HERRERA CASTILLO	1	100		1						1		
9	107922	RUDY RUBEN WINTER PACAY	1	96								1		
10	107924	AMADO ESTUARDO PEREZ SIERRA	1	100										
11	107926	NELSON ROLANDO FIGUEROA CARDONA	1	100										
12	107930	EDGAR ELEUTERIO MALIN PERALTA	1	95										
13	107931	FELIPE CHILEL GOMEZ	1	100								1		
14	107932	JOSE LUIS MATHEU ARAGON	1	91		1	90					1		
15	107933	JUAN CARLOS VISONI CHITON				1	100					1		
16	107934	JULIO ROBERTO REVOLORIO FIGUEROA	1	85								1		
17	107936	LUIS MANUEL GRAVE TOJ	1	95								1		
18	107937	OSEAS BLANCO ALBALLEROS	1	100								1		
19	107938	RODOLFO PEREZ MARTINEZ	1									1		
20	107939	RONAL DANIEL CONTRERAS LOPEZ	1	100								1		
21	107940	CASIMIRO MARTIN CHILEL	1	100								1		
22	107941	HECTOR CUZ	1	95								1		
23	107943	CARLOS SANTOS GARCIA	1	100								1		
24	107944	EDGAR ROLANDO ALVARADO GONZALEZ	1	95		1	90					1		
25	107945	EDUARDO NEFTALI PIEDRASANTA AGUILAR	1	90										
26	107946	GONZALO ISAI MARROQUIN MUYUS	1	95								1		
27	107947	JORGE MARIO CIFUENTES FLORIAN	1	100								1		
28	107952	JOSE DOMINGO MONTEPEQUE FRANCO	1	91		1	80					1		
29	107954	MARVIN ANTONIO SENTE SABAN	1	100								1		
30	107955	OSCAR ENRIQUE SANCHES YOQUE										1		
31	109394	FRANCISCO GUSTAVO MARTINEZ GONZALEZ										1		
32	109397	JOSE PABLO ORDOÑEZ AGUSTIN	1	100		1	100					1		
33	109398	JULIO NOE SALAZAR PEREZ										1		
34	109522	HUGO MOISES AVILA CULAJAY				1								
35	110989	DANIEL ALEJANDRO RODRIGUEZ MARTINEZ	1	100		1	90							
36	111466	EDUARDO NAHAMAN CAYAX RAFAEL	1			1	100					1		
37	111587	OSCAR RENE CARRILLO PADILLA	1	95		1	100					1		
38		Daniel Fernandez Conde	1											
39	107915	CARLOS RUBEN MORALES MORAN	1			1	100		1					
40	113163	BRANDON BARRIENTOS	1	100		1	100					1		
41	107912	MELVIN CONTRERAS												
42		JESÚS AMILCAR DE LEÓN TEPÉU				1	89							

Anexo 6. Reporte de silos.

Reporte DE SILOS

No. _____

Turno:

Fecha: _____

Grupo:

Supervisor de turno : _____

Operador : _____

Inicio de Turno		
	Producto	Cantidad en silos
Silo 1		
Silo 2		
Silo 3		
Silo 4		
Silo 5		
Silo 6		
Silo 7		
Silo 8		
Silo 9		
Silo 10		
Silo 11		
Silo 12		
Silo 13		

Inicio de Turno Línea	
Envase en Transportador	
Línea 4	
Línea 5	
Línea 8	

Descripción		
	Descripción	Envase Apachado
SBO 20		
SBO 16		
SBO 12		
SBO 04		

Inicio de Turno		
	Producto	Cantidad en silos
Silo 1		
Silo 2		
Silo 3		
Silo 4		
Silo 5		
Silo 6		
Silo 7		
Silo 8		
Silo 9		
Silo 10		
Silo 11		
Silo 12		
Silo 13		

Inicio de Turno Línea	
Envase en Transportador	
Línea 4	
Línea 5	
Línea 8	

Lafranchi a Llenadora	Línea 4	2 Ltrs	1.5 Ltrs	600 ml
	Mtrs	0.102	0.0085	0.068
	150	1,471	1,895	2,206

Lafranchi a Llenadora	Línea 5	3 Ltrs	2.5 Ltrs
	Mtrs	0.121	0.11
	150	1,314	1,445

Lafranchi a Llenadora	Línea 8	600 ml
	Mtrs	0.068
	150	2,206

Observaciones: _____
